

## 講演 4. 鉄道製品の調達と RAMS

鉄道認証室

※渡邊 朝紀

### 1. はじめに

RAMS 規格 IEC 62278 (鉄道分野—信頼性、アベイラビリティ、保全性、安全性 (RAMS) の仕様と実証) は、2002 年に発行され、現在では海外における鉄道関係の調達では欠かせない規格となっている。国内の商習慣とは異なる海外でビジネスを行う企業は、国内における契約との様々な違いとともに、この規格に対応していくことが必要である。

交通安全環境研究所鉄道認証室では、鉄道製品の国際展開に対する取組として、鉄道製品認証を担当しており、IEC 62278 に対する認証に取り組んでいるところである。

本講演では、この規格の歴史的経緯、及び海外で発生している鉄道製品の調達に関わるトラブル、最近の RAMS 規格改定の動向について紹介する。

### 2. RAMS 規格の歴史的経緯

#### 2. 1. 米国における経緯

米国の場合、1970 年代から信号保安装置の調達で、都市鉄道の安全性や信頼性の確保が議論されたようである。1976 年に米国議会が都市鉄道の保安装置や自動運転について調査を行っている<sup>1)</sup>。1965 年から 1974 年の間に、35 件の列車衝突と 52 件の脱線があった。列車衝突のすべてと脱線の 3 分の 2 はヒューマンエラーによるものであった。この調査分析から列車防護として、ATC(ATP(自動列車防護装置)を含む自動制御装置)が、手動方式より優れていることが確認され、ATP に起因する事故件数もサンフランシスコの BART(湾岸高速鉄道)の初期(1972 年)の一つだけであった。事故内容は、車上速度制御装置の水晶発振器の故障により、列車が駅に進入するも速度が上昇して、線路端を逸脱したものであった。一方で、BART は車上装置の故障で、1974 年 5 月～1975 年 1 月まで保有する列車のうち、ほぼ半分しか営業使用できなかった。ここに複雑な制

御装置の信頼性等がクローズアップされることとなった。

1974 年 DOT(米国運輸省)の交通システムセンターは、ATC の調査から、複雑な制御装置において full-safe design は実際には不可能であり、保安装置の安全性は、安全の確かさの確率を受け入れ可能なレベルにできるかに帰着するとしている。

また同時期に米国運輸安全委員会(NTSB)が、従来の fail-safe approach に加えて、total system safety を提唱しており、FTA(フォールトの木解析)から安全にクリティカルな部品を見出すこと、冗長性の確保などを挙げている。

これらを受けて鉄道事業者は、Reliability, Maintainability and Availability 問題に、ますます関心を持ち、それらの仕様に取り組むようになった。

1981 年に APTA(米国公共輸送協会)から「都市鉄道装置の RAM 仕様ガイドライン」が発行された<sup>2)</sup>。

なお、国内メーカーの技報には「'83 年に受注したボストン MBA 向け LRV の仕様書で、安全性解析、信頼性試験、保全性チェックリストなどが求められたのが黎明期といえる。その後の海外案件ではこの RAMS 活動要求が当たり前のものとなり、」との記述がみられる<sup>3)</sup>。

#### 2. 2. 製造物責任法による影響<sup>4)</sup>

欧州では、1960 年代のグリュネンタール社の催眠鎮静薬によるサリドマイド事件や 1974 年のマクドネル・ダグラス社製トルコ航空機墜落事件を契機として、製造者に対する厳格責任の導入の聲が高まり、1968 年ごろから欧州委員会において製造物責任(PL)に関する草案の検討が開始され、紆余曲折を経て 1985 年に PL 指令(欠陥製造物に対する賠償責任に関する加盟国の法律、規制および行政規定の等質化についての EC 閣僚理事会指令)が成立した。この指令の主な内容は以下のとおりであり、3 年以内に国内 PL 法を制定することを加盟国に要請して

いる。

- ・被害者は損害の発生、欠陥の存在、因果関係の立証責任がある。(従来と異なり、被害者によるメーカーの責任の立証が不要となった)

- ・賠償金額の上限: 多数の加盟国で上限なし。

- ・製造業者が製造物責任を問われない場合は、(a)流通させなかったこと、(b)流通時点では欠陥がなかったこと、(c)販売目的で製造されたものでなかったこと、(d)規制当局の指示で欠陥が発生したこと、(e)当時の科学的・技術的水準では、欠陥の発見は不可能だったこと(開発危険の抗弁)、(f)部品の場合、完成品側の設計に欠陥があったこと、のいずれかを製造業者が立証できた場合である。

なお、米国では、多数の PL 訴訟があり、製造業者としては、安全度を高めて PL 訴訟を避けるために、構成管理や安全性解析、リスク管理が重要となった。

### 2. 3. 鉄道におけるセーフティケースの経緯

セーフティケースを鉄道に導入したのは英国である<sup>9)</sup>。Safety Case の語は、ある組織が危険を伴う活動(Hazardous Activity)をしようとするならば、それを安全に遂行することを立証しなければならない(must make a case that it will do so safely)ということからきている。1971年に原子力で、1984年に Control of Industrial Major Accidents Hazards Regulations (CIMAH)で導入された。監督官庁は産業安全を担う Health and Safety Executive (HSE) である。

1993年の英国の鉄道法で、英国国鉄は、軌道と信号を保有する Railtrack 社、30の列車運行会社などに分割された。

鉄道の safety regulator(安全規制庁)は、1840年以来永らく HM Railway Inspectorate (HMRD)であったが、1990年に HSE に移管された。民営化に当たって HSE から安全確保体制について提言がなされ、1994年に Railway Safety Case Regulations が導入された。

この規則により、英国では infrastructure controller と railway operator はセーフティケースを作成し、それが他者(operator の場合、infrastructure controller)に受け入れられるものでなければならなくなった。なお、セーフティケースには、(a)安全施策、(b)起こり得るリスクの評価、(c)安全管

理システムの記述が含まれる。

### 2. 4. EN 50126 の開発と国際規格化

上述のように、鉄道事業者、製造業者とも鉄道運行や製品の安全性・信頼性が確実であることの証明が必要になってきており、そのための規格のニーズが高まっていた。そして 1993 年より RAMS の欧州規格 EN 50126 の開発が始まった<sup>10)</sup>。1995 年には原案である prEN 50126 が公開され、直ちに実際に使用されたようである。前出の技報には「本 KCRC (香港地下鉄)案件では...当時まだ prEN 50126 として規格化準備段階の欧州仕様には則ることを要求されるなど、それまでの案件とは比較にならないほど厳格な取り組みを余儀なくされた。」との記述がある<sup>11)</sup>。EN 50126 は 1999 年に発行された。

この欧州規格はそのまま国際規格案として、2001年に IEC(国際電気標準会議) TC9(鉄道電気設備専門委員会)に提案された。日本は TC9 の年次総会で、国際規格として義務化することに反対意見を述べたが、この時ばかりは、短時間で多数決により採択された。当時の会議でドイツ代表は「欧州内のさまざまな意見を抑えて、やっとまとめあげた規格案だ、日本の言い分を少しでも聞き入れたら、忽ち蜂の巣をつついたようになり、瓦解してしまう。」と発言していた。このような訳で欧州規格 EN 50126 がほぼそのまま IEC 62278 となり、翌 2002 年には国際規格として発行された。

IEC 62278(EN 50126)には、製品やシステムのライフサイクルの各段階において、RAM 活動と Safety 活動について実施すべきことが、項目として列挙されているのみで、活動の具体的な深度や、どのような文書群を作成すべきかについては、明示されていない。そこで保安装置などの電気電子装置のセーフティケースに関し欧州規格 EN 50129、ソフトウェアの安全性に関し EN 50128、安全関連伝送に関し EN 50159-1、EN 50159-2 が作成され、それらが国際規格 IEC 62425、IEC 62279、IEC 62280-1、IEC 62280-2 として、それぞれ発行された。

### 3. 海外における鉄道製品調達のトラブル

上記の経緯のとおり、鉄道運行や製品の安全性・信頼性が確実であることを証明するための RAMS 規格が成立した後も、欧米においては、鉄道製品の調達をめぐるトラブルが絶えない。幾つかの例を述

べる。

### 3. 1. ICE TD<sup>7),8)</sup>

2001年に鳴物入りで登場したディーゼル式高速振り子列車ICE TD(20編成)は、車体傾斜装置などで重篤なトラブルが頻発し、2003年に運用中止となった。ドイツ鉄道が全車両をシーメンスに返却するとのニュースが流れたが、その後シーメンスが高速列車1編成を寄贈することで決着した。その列車は営業用ではなく、製品を試験する列車とのこと。2008年には、次項のIC4で悩むデンマークに一部が貸し出されている(13年間)。

### 3. 2. IC4

2002年にデンマーク国鉄は、4両編成の気動車IC4を83編成、アンサルドブレダに50億クローネで発注した。最高速度は200km/h。2006年1月1日営業開始予定だった。しかし2005年8月に運転試験を開始するも、安全性で不満足な結果となり、試験延期となった。保安装置と関連ソフトウェアが問題とのことであった。メーカーが2.5億クローネを補償として支払った<sup>9)</sup>。更に2007年6月に営業試用を開始するも、2008年3月に技術上の理由で中止となった。排気の悪臭で乗務員が乗務を拒否したという。8月から試用を再開し、12月から営業に供された。当初計画の併結運転ができないので、年末年始の多客期に使用できなかった。デンマーク国鉄は、2009年5月までにまともに機能する14編成を営業に使いなれば、50億クローネの契約はキャンセルするとメーカーに最後通告した<sup>10)</sup>。デンマーク国鉄の話では、納入された5編成の機能はとても満足できるものではなく、トラブルシューティングのために技術要員を新たに配置する必要がある。紆余曲折を経て2013年に全編成納入されたが、トラブルが多く、2016年末にデンマーク国鉄は、コンサルティング報告を受けて、2024年までに順次廃車にすることを決定した<sup>11)</sup>。

### 3. 3. Fyra<sup>12)</sup>

2004年オランダ高速鉄道とベルギー国鉄は、合わせて19編成の高速列車をアンサルドブレダに発注した。当初は2007年に納入される予定だった。ベルギー側の安全当局からの認可がおりなかったが、ようやく認可されて2012年12月にブリュッセル～アムステルダム間の運行を開始するも、車体下部に付着した雪が原因で車両機器の破損が発生

するなどトラブルが相次ぎ、運行許可が取り消され、2013年1月17日から全列車の運行が停止された。ベルギー国鉄は、2013年5月31日に、「設計・製造において信頼性と安全性の観点から根本的な欠陥がある」とのコンサルタントの指摘を受けて、発注をキャンセルした。6月7日にはオランダ高速鉄道も発注をキャンセルした。<sup>13)</sup>

### 3. 4. Sバーン<sup>14)</sup>

2013年3月、ドイツ鉄道は、ベルリンのSバーン用車両(愛称名TALENT 2)に関し、ボンバルディアに対して4.68億ドルの損害賠償請求の訴訟をベルリンの裁判所に申し立てた。これは、車軸・車輪の設計変更・交換にかかった費用で、ブレーキシステムと主電動機の調整分も含まれる。話し合いがつかないので、訴訟を起こしたとのことである。このほか、他の車両に関してベルリンとミュンヘンで2.14億ドル賠償請求の訴訟も起こしている。2015年3月の報道によると両者は、複数の訴訟で和解した。和解内容は公表されていない<sup>15)</sup>。

### 3. 5. トロント路面電車<sup>16)</sup>

トロント市交通局TTCとトロント周辺地域の交通を担うメトロリンクスはボンバルディアとそれぞれ、2009年に204編成(12億カナダドル)、2010年に182編成(7.7億カナダドル)のLRV調達契約を結んだ。トロント市の場合2015年1月時点で予定した43編成に対し、3編成しか営業投入されていない。車椅子乗降のための設計不具合、部品の遅配、配線接続誤り、車体溶接の稚拙、訓練するとすぐやめしてしまう溶接工などが指摘されている。ボンバルディア幹部の報酬返却、メトロリンクスによるアルストムとの別途契約、両者の応酬などが起きており、刻々と事態が進んでいる。

以上欧米では、RAMS規格が成立した後も、鉄道製品の調達で大きなトラブルが発生している。しかも何れも欧米の契約を熟知した発注側と主要メーカーの間で起きている。今後海外企業とのやりとりは増えると予想されるが、百戦練磨の彼らでさえ、互いに持て余していることに、国内の関係者は留意することが必要と思われる。

## 4. 鉄道製品調達の内外の相違

鉄道製品、例えば鉄道車両の場合、国内では一般



的に鉄道会社は鉄道車両全体を鉄道車両メーカーに発注するのではなく、主要部品を鉄道会社が自ら調達し、それを鉄道車両メーカーに支給する。鉄道会社が鉄道車両メーカーに発注するのは、車体の製作と部品のぎ装である。このような発注形態は程度の違いはあれ、国内のインフラビジネスに共通である。

欧州では、過去に鉄道車両を車体と電気品との二つに分けて発注する形態もあったが、現在では欧州のみならず海外では一般に、鉄道車両あるいは鉄道システム全体が一括して発注される。この場合、受注したメーカーはシステムのとりまとめをするシステムインテグレータである。

国内ビジネスでは、メーカーがシステムインテグレータとなることはないので、海外での受注活動には、複数企業がコンソーシアムを作るなど国内と異なる取り組みが必要となっている。

## 5. 最近の RAMS 規格改定の動向

現在 RAMS に関連する国際規格として、IEC 62278 (RAMS 一般)、IEC 62425(セーフティケース)、IEC 62279(安全関連ソフトウェア)、IEC 62280(安全関連伝送)、IEC/TR 62278-3(車両のRAM)、IEC/TR 62278-4(RAM リスクと RAM ライフサイクル)がある。

以前から RAMS 規格の体系化の動きがあるが、IEC TC9 の場では欧州側は、欧州規格として変更が完了してから、国際規格として提案するとの立場である。近々国際規格としての提案が予想される。

欧州での審議状況を見ると、EN 50126-1(IEC 62278 にほぼ対応)と EN 50126-2(安全へのシステムアプローチ)が承認され、エディトリアルな変更がなされているところである。また prEN 50129 (IEC 62425 に対応する欧州規格案)が照会段階で、2018 年に承認される予定となっている。

以上から、発行間近の欧州 3 規格に対応して、欧州から IEC 62278 と IEC 62425 の改定、及び IEC 62278-2 の新規作成が提案されるものと予想される。このほか技術報告となっている IEC/TR 62278-3 と IEC/TR 62278-4 の動向を注視する必要がある。特に IEC/TR 62278-4 は日本提案であり<sup>5)</sup>、IEC 規格とすることが望まれる。

## 6. まとめ

RAMS 規格の歴史的経緯、海外で頻繁に発生している鉄道製品の調達に関わるトラブル、最近の RAMS 規格改定の動向について述べた。

今後、RAMS 規格の改定が進むにあたり、これに適切に対応できるか否かが国際展開の鍵になるかと思われる。交通安全環境研究所鉄道認証室は、RAMS 規格への対応を含め、国際展開支援への努力を継続する所存である。鉄道業界の様々な方々並びに関係機関のご指導、ご協力をお願いする。

## 参考文献

- 1) Automatic Train Control in Rail Rapid Transit, United States Congress (1976)
- 2) Guideline for rail rapid transit equipment reliability, availability and Maintainability specification, APTA (1981)
- 3) 吉原宗明, "RAMS-客先要求と欧米の実態", 近畿車輛技報, No.9, pp.16-19(2002)
- 4) 欧州諸国の PL(製造物責任)法制度と製品安全性規制の動向, Risk Solutions Report, Vol.6, 銀泉(2014)
- 5) Andrew W Evans, "Railway safety cases and railway risk assessment in Britain", 4<sup>th</sup> International conference of competition & ownership in land passenger transport, pp.170-188 (1995)
- 6) Cenelec HP ([www.cenelec.eu](http://www.cenelec.eu)) >Standards Development >Technical Bodies > TC9X > Projects > EN 50126
- 7) "ICE orders confirmed", [www.railwaygazette.com](http://www.railwaygazette.com), 01 June 2001
- 8) "Learning lessons from tilting trains", [www.railwaygazette.com](http://www.railwaygazette.com), 01 Aug 2004
- 9) "Late deliveries justify compensation", [www.railwaygazette.com](http://www.railwaygazette.com), 01 Jan 2006
- 10) "DSB issues IC4 ultimatum", [www.railwaygazette.com](http://www.railwaygazette.com), 03 July 2008
- 11) "DSB sets IC4 withdrawal date to close an 'unhappy chapter'", [www.railwaygazette.com](http://www.railwaygazette.com), 16 Dec 2016
- 12) "Fyra high-speed train", [www.railway-technology.com](http://www.railway-technology.com)
- 13) "SNCB pulls out of Fyra V250 deal", [www.railwaygazette.com](http://www.railwaygazette.com), 03 Jun 2013
- 14) "Bombardier sued over alleged train defects in Germany", CTV News, March 4 2013
- 15) "DB and Bombardier reach settlement on Disputes over various vehicle projects", Berlin Transportation, Press Release, March 20 2015
- 16) "Inside Bombardier's delayed streetcar deliveries, 'Not in Service'", Toronto Star, May 5 2017