

ヨーロッパ鉄道安全指令による安全管理体系構築に関する調査研究

長岡技術科学大学 システム安全系 教授 平尾裕司

1. 調査研究の目的

鉄道の安全においてリスク管理を適用することの重要性については日本においても共通に理解されているが、その具体的な方法については今後の検討によるところが多い。そのようなことから、鉄道へのリスク管理適用の今後の検討に資することを目的として、ERA(European Railway Agency) によるヨーロッパ鉄道の安全管理に関する調査研究を 2007 年度と 2008 年度に行った⁽¹⁾⁽²⁾。その結果、以下のことが明らかになった。

1. EU における鉄道の安全管理に関して、その実現のための考え方から実現方策まですべてが鉄道安全指令 (Railway Safety Directive)⁽³⁾ の各条の内容に基づいて進められている。
2. 安全管理システム (SMSs) については、上下分離方式をとるヨーロッパの鉄道の安全管理におけるプロセス・手続きを規定する意味合いが強い。2012 年から EU 域内で実施が義務化されるが、細部まで規定したものではなく各国の鉄道事業者、インフラ管理者にとって大きな負担とはなっていないと考えられる。
3. より技術的なことを対象とする共通安全手法 (CSMs) について、Regulation 化が検討されている。鉄道システム変更における安全への影響評価法として、
 - a. 実績のある技術・規格類によるリスクアセスメント (code of practice)
 - b. 参照システムとの比較によるリスクアセスメント (similar reference system)
 - c. 明示的なリスクアセスメント (explicit risk estimation)

の 3 つのリスク許容原則のうち、1 つあるいは複数を適用することが求められる。安全認証に必要なとなる明示的なリスクアセスメントにおけるリスク評価基準、Independent Assessment の具体的内容については、まだ検討段階にある。

今年度はこれまでのまとめとして、その後の進展を含め、ERA によるヨーロッパ鉄道の安全管理体系構築のための現時点での成果と今後の計画について調査した。さらに、ドイツとイギリスで進めている鉄道のリスクアセスメントについて調査し、ERA による CSMs との関連について考察を加えた。

2. ERA によるヨーロッパ鉄道における安全管理体系構築のための活動

(1) 2008 年までの成果 (昨年度報告)

ERA におけるヨーロッパ鉄道における安全管理体系構築のための活動の成果の要約は、1. まえがきにまとめたとおりである。さらに、定量的な安全レベルを定める共通安全目標 (CSTs) については、安全管理共通の枠組構築のための一過程とし、EU メンバー国 (25 国) の全てが現時点でクリアできる鉄道における個人リスク (換算死亡者数/旅客列車・km) による鉄道安全レベル (NRVs) を設定している。

2008 年度報告書発行直前の 2009 年 4 月に、上述したリスク評価とリスクアセスメントへの CSMs 採

用の Regulation⁽⁴⁾ が制定された。今後の検討によるところも多いが、この Regulation の制定によって、ERA による安全管理体系構築の第 1 ステップはほぼ完了し、安全管理体系の枠組みがほぼ明らかになったとみることができる。

(2) 2009 年における成果

2009 年には、ERA ではそれまで検討した安全管理体系構築のための成果を実際に関係組織に普及させることを目的としたガイダンスを幾つか発行した。代表的なガイダンスは、上記 Regulation を適用するためのもので、Regulation の各 1 条ごとにその意味の解説と、補足・参考説明が加えられている⁽⁵⁾。Regulation の内容については前年度報告書で述べたが、本ガイダンスによって Regulation がより正確にかつ理解し易くなっている。

ヨーロッパ鉄道における安全管理体系を理解するうえで、Directive と Regulation の各条項の正しい解釈は極めて重要である。Directive と Regulation の内容に従って安全管理システム実現のための方策をとることが求められるためである。このような意味において、リスク評価とリスクアセスメントへの CSMs 採用について規定する重要な Regulation 適用のためのガイダンスが ERA から発行された意義は大きい。

また、CSTs の達成アセスメントへの CSMs 採用について規定する Commission Decision 適用のためのガイダンスについても ERA の Safety Assessment Sector から発行されている⁽⁶⁾。これは先の Regulation 適用のためのガイダンスよりは重要度のレベルは低いものであるが、CSTs の具体的な算出法などが示されている。

これらの他にも、具体的な最終成果に至っていないが、安全認証の評価、相互認証などについても検討が行われている。

(3) 今後の計画

ERA では、これまでの CSMs や CSTs の適用経験を分析し、改良・拡張した CSMs や CSTs を 2010 年から 2012 年にかけて提言、報告する予定となっている⁽⁷⁾。また、鉄道事業者の認証や、昨年 6 月のイタリアでの貨車の重大事故を受けて保守に関する認証などの検討も行われる。

このように、ERA による安全管理体系構築は、基本的枠組みを決定する第 1 ステップからそれらの適用実績・経験を踏まえて発展、拡張する第 2 ステップに入ったとみることができる。

3. ドイツにおける鉄道のリスクアセスメントの新たな動き

(1) DIN 規格 (DIN V VDE V 0831-100)

ドイツでは、2009 年 8 月に鉄道信号システムに対するリスクベースのアセスメントの暫定規格 (Vornorm)⁽⁸⁾ がドイツ規格協会 (DIN) から発行された。この規格の構成は、以下のようになっている。

本規格は、リスクアセスメントの (1) 受入れ基準、(2) プロセス、(3) 適用例 (informative) の 3 つの部分から成る。リスクアセスメントの受け入れ基準として、従来システムと同等以上の安全レベル MGS (Mindestens gleiche Sicherheit) を設定し、故障により安全に影響するシステムのリスクアセス

メントについて 11 のプロセスについて規定している。リスクアセスメントの適用例では、定性的な区分によって新たに割り付けた整数値を定量的に取り扱う新たなリスクアセスメント方法を示している。

リスクアセスメント方法には、事故発生確率や電子機器の故障率などのデータに基づいて詳細な分析を行う定量的なもの、事故や故障の発生の頻度や事故の損害の大きさを幾つかの大まかな段階に分けて分析を行う定性的なものがある。しかし実際の適用にあたっては、定量的なリスクアセスメントにおいては適用するデータの確かさを保証するうえでもコストのうえでも課題があり、定性的なリスクアセスメントでは機能安全として鉄道信号で要求されるより定量的な SIL (SIL 4, $10^{-9} \leq \text{THR} < 10^{-8}$) との整合性の確保にむずかしさがあった。このようなことを考慮した定性的な区分によって新たに割り付けた整数値を定量的に取り扱う新たなリスクアセスメント方法が本規格の付属書に適用例として示されている。

具体的に、事故の損害の大きさに関して

T : 事故のタイプ (衝突 : 3 脱線 : 2 小規模衝突 : 1)

A : 死傷者 (大多数 : 4 多数 : 3 少数 : 2 極僅か : 1)

V : 列車速度 (超高速 : 8 160km/h 以下 : 7 80km/h 以下 : 5 40km/h 以下 : 3 25km/h 以下 : 2)

を挙げ、それぞれの程度を定性的な記述で分類している。定性的に分類した各程度には 0 ~ 8 の数値を割り付けており、T ~ V に対して程度に応じた評価量が定まる。また、事故の回避に関して

G : 事故の回避 (不可能 : 4 不利条件下でスキル要 : 3 好条件下でスキル要 : 2 不利条件下で規則行動要 : 1)

を挙げ、同様に定性的な記述によって分類した程度に 0 ~ 4 の数値を割り付ける。さらに、故障の頻度に関しても同様に

H : 故障頻度 (毎日 : 17 ~ 10 年に 1 回 : 10 ~ 30 万年に 1 回 : 1)

としており、故障頻度に応じた評価量が決定される。

最終的には、リスクアセスメントの対象となる信号システムに対して、上記の故障頻度 H の評価量、事故の損害の T ~ V の各評価量の和、事故の回避 G の評価量の総和

$$R = H + T + A + V + G$$

を求め、その総和量から信号システムに求められる SIL (THR) をリスクアセスメント結果として表から得ることができる。

(2) ERA によるヨーロッパ鉄道の安全管理体系構築との関係

ドイツにおけるリスクアセスメントの暫定規格の制定は、ERA を中心に進めているヨーロッパ鉄道における安全管理体系構築と深い関係がある。

2009 年 4 月に制定された前述の Regulation では、リスク評価とリスクアセスメントへの CSMs 採用の基本的な考え方については規定されているが、明示的なリスクアセスメント (explicit risk estimation) のための具体的な方法については示されていない。ドイツの暫定規格は、Regulation におけるリスク評価や CSMs 採用については、基本的に整合がとれているとともに、手法例としてではあるが明示的なリスクアセスメントに対して具体的手法を新たに示している点に意義がある。なお、定性

的な区分によって新たに割り付けた整数値を定量的に扱う（semi-quantitative）この新たなリスクアセスメント手法は、5年以上にわたってドイツで検討されてきたものである⁽⁹⁾。

前述したように、ERA では CSMs の第 2 次案を 2010 年～2012 年に提案する予定である。この CSMs の第 2 次案では、ドイツでの暫定規格適用の実績・経験をもとに、それらをヨーロッパにおけるリスクアセスメント手法として取り込まれることが予想される。

4. イギリスにおける鉄道のリスクアセスメントの新たな動き

(1) Taking Safe Decisions – RSSB による鉄道業界の ALARP ガイダンス

RSSB（鉄道安全基準局）が 2009 年に鉄道業界の ALARP ガイダンスである Taking Safe Decisions⁽¹⁰⁾を発行した。このガイダンス発行の背景には、イギリスではリスク評価の基準として ALARP（as low as reasonably practical）があるが、それを実際に適用することについては不明確な点があったため、鉄道業界のコンセンサスとして適用基準を明確にしたいという意向があった。

このガイダンスでは、鉄道における決定を図 1 のように (1) 鉄道業界（事業者、メーカ等）の法的義務に対する決定、(2) 鉄道業界（事業者、メーカ等）のビジネスに対する決定、(3) 監督規制当局の政策決定この 3 つに分け、それぞれどのような考え方でリスクベースの判断、決定を行うべきかが示されている。

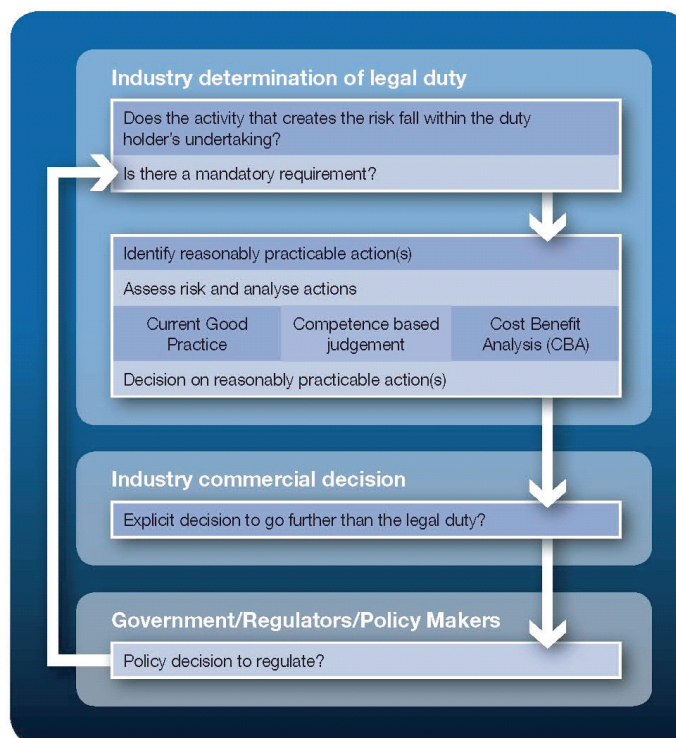


図 1 RSSB による鉄道業界の ALARP ガイダンスの構成⁽¹⁰⁾

鉄道業界（事業者、メーカ等）の法的義務に対する決定では、リスクを減少するために追加対策を実施する必要があるかどうかの判断が必要とされる。具体的には、ALARP における広く受け入れ可能なレベルと非許容可能レベルとの間にある許容可能エリアで、追加対策が必要か否かの判断であり、対策の実施に必要な費用（CPF）と避けられる犠牲（VPF）との費用便益分析（CBA）によって追加対策

を実施するかどうか判断される。本ガイダンスでは、このような判断、決定に対して、

1. 統計データには限界があるので、複雑ではないシステムでは、実績、専門家の判断による
2. 複雑なシステムで定量的な分析が必要な場合、費用便益分析による
 - ・費用便益分析は、個人リスクではなく、総合リスクで評価する
 - (個人リスクは、リスクの順位付けには使用する)

ことが示されている。

また、鉄道業界（事業者、メーカ等）のビジネスに対する決定は、法的義務によってではなく、ビジネス戦略の視点でリスク低減対策を実施すべきかどうかの判断を行うことである。この決定については、ガイダンスでは任意としている。

監督規制当局の政策決定では、法的規制が判断、決定される。世論動向を反映することについては、政策決定に反映するべきもので、鉄道業界（事業者、メーカ等）に対しては法的義務にはなっていない。

(2) ERA によるヨーロッパ鉄道の安全管理体系構築との関係

イギリス鉄道業界の ALARP ガイダンス Taking Safe Decisions は、ALARP による定量的リスク分析を重視しつつも、定量的データの取り扱いの限界を明確にし、適用可能な配慮がされている。また、この内容は、前述した ERA による Regulation などとも考え方は基本的に一致しており、ドイツの暫定規格 DIN V VDE V 0831-100 と同様、CSMs の第2次案ではリスクアセスメントの手法例として一部取り込まれる可能性がある。

5. あとがき

以上、ヨーロッパにおける鉄道の安全管理体系構築に向けての取り組みを調査研究した。2010 年になり、2004 年の鉄道安全指令から具体的に進められた安全管理体系構築もその枠組みがほぼ明らかになってきており、日本において鉄道のリスク管理を検討するうえで参考となる点も少なくない。

ヨーロッパにおける鉄道の安全管理体系構築の動きの根源はヨーロッパ統合である。この統合の文脈の中での鉄道のあり方については、2001 年に EU から発行された Transport White Paper “A time to decide”⁽¹¹⁾ でその基本方針が示されている)。長期的な視点に立った鉄道のあり方の議論が極めて重要である。

略語

ALARP: As Low As Reasonably Practicable

CBA: Cost-Benefit Analysis

CPF: Cost Per statistical Fatality avoided

CSTs: Common Safety Targets

CSMs: Common Safety Methods

CSIs: Common Safety Indicators

DIN: Deutsches Institut für Normung

ERA: European Railway Agency
NRVs: National Reference Values
RSBB: Railway Safety Standards and Boards
SIL: Safety Integrity Level
SMSs: Safety Management Systems
THR: Tolerable Hazard Rate
VPF: Value of Preventing a Fatality

文献

- (1) 平尾：ERA (European Railway Agency) による鉄道の安全管理に関する調査研究、リサーチ・ダイジェスト、Ken-yusha Annual Review No. 10 (2008.5)
- (2) 平尾：ヨーロッパ鉄道の安全管理における共通安全手法（CSMs）に関する調査研究、リサーチ・ダイジェスト、Ken-yusha Annual Review No. 11 (2009.5)
- (3) Directive 2004/49/EC of the European Parliament of the Council of 29 April 2004 on safety on the Community's railways and amending Council Directive 95/18/EC on the licensing of railway undertakings and Directive 2001/14/EC on the allocation of railway infrastructure capacity and levying of charges for the use of railway infrastructure and safety certification (Railway Safety Directive)
- (4) Commission Regulation (EC) No 352/2009 of 24 April 2009 on the adoption of a common safety method on risk evaluation and assessment as referred to in Article 6(3)(2) of Directive 2004/49/EC of the European Parliament and of the Council
- (5) Guide for the application of the Commission Regulation on the adoption and assessment of a common safety method on risk evaluation and assessment as referred to in Article 6(3)(a) of Railway Safety Directive
- (6) Guide for Application of the Commission Decision of 5 June 2009 on the adoption of a common safety method for assessment of achievement of safety targets, as referred to in Article 6 of Directive 2004/49/EC of the European Parliament and of the Council (Commission Decision 2009/460/EC)
- (7) Common Safety Method (CSM) on risk evaluation and assessment, European Railway Agency
- (8) DIN V VDE V 0831-100 Elektrische Bahn-Signalanlagen – Teil 100: Risikoorientierte Beurteilung von potenziellen Sicherheitsmängeln und risikoreduzierende Maßnahmen
- (9) Braband, J: Risikoanalysen in der Eisenbahn-Automatisierung, Eurailpress Edition Signal +Draht, Hestra-Verlag (2005)
- (10) Taking Safe Decisions – how Britain's railways take decisions that affect safety, RSSB (2009)
- (11) Transport White Paper “A time to decide,” COM(2001)370, Commission of the European Communities (2001)