

逆転発想機能分析による都市高速道路交通管制 システムのリスク対応プロセスの検証

中原 格¹

¹非会員 首都高速道路株式会社技術部施設技術課付

(出向先：株式会社ジェイアール東日本建築設計事務所建築設計本部第五設計部 設計長)

(〒100-8930 東京都千代田区霞が関1-4-1日土地ビル)

E-mail:i.nakahara210@shutoko.jp

都市高速道路は都市内道路網全体の交通処理能力を向上させ、お客様に安全・円滑・快適に利用していただくため、様々な管制用機器と運用ソフトウェアで体系的・効率的に構成された「交通管制システム」により道路の管理・運用支援を行っている。このシステムでは、システムの多様化・高度化に伴うリスク回避策として“バックアップシステム”が検討された。ICT技術の急速な進展は、これまでの経験則では全く想定できない様々なリスクの脅威が存在することを認識しつつも、その全容と詳細及び対処法が全く把握できていないのが現状である。未来志向的なリスク管理手法である、「逆転発想思考アプローチによる創造的リスク対策」手法を、都市高速道路管制システムのBUS計画案に対して導入し分析・検証を行った。その結果、実効性のあるリスク評価結果が得られ計画案の見直しを行うに至り、基本的にあらゆるプロジェクト・計画のリスク対策手法としての有効性が示唆された。

Key Words : Sabotage Analysis, Functional Approach, VE, Risk report

1. リスク対策手法について

(1) 本技法の概要

2010年首都高速道路株式会社では、VEの特徴的な問題解決アプローチである、「機能的研究法 Functional Approach」を用いて、計画中であった首都高速道路交通管制(以下交通管制システム)バックアップシステム(以下BUS)のリスク等脆弱性の現地検証^{1) 2) 3)}を行った。この際問題解決策として「逆転発想機能分析によるリスクマネジメントプロセス^{4) 5)}」という、旧ソビエト連邦の対テロ対策手法、“サボタージュ・アナリシス(Sabotage Analysis)^{6) 7)}”を起源とし、2005年に澤口学早稲田大学大学院創造理工学研究科教授により開発・発表された管理技法を用いた。従来のリスク対策手法は、「過去の経験から不具合を探索する手法」で、未来の予期しないリスク対策には不十分であった。本技法の特徴は大きく二つあり、①まずテロリストになったつもりで徹底的にダメージを与える方法を創造、②その後反転させて対策案を創造、することで未来の予期しないリスクに対する感受性を大いに高めることが可能である。新設

される交通管制システムBUSに対し、その計画位置や構造・機能があらゆる脅威に対し万全な状態か否かリスク検証し、さらに開発設計VEで既存ストック有効活用によるコスト縮減を図った代替案を得た。本手法による特筆すべきエピソードとして、チーム活動中の2011年2月1日実施のVE・WSSで津波リスクを創案、これによりBUS建物が浸水被災というリスクアイデアとその対策を採用したが、これが約1か月後2011年3月11日の東日本大震災による大津波被害で現実化したことである。未来志向的な予測手法が単に荒唐無稽な空想ではなく、想定外を想定するリスク管理手法の一つとしてその実効性が証明された。「リスクマネジメントプロセス」は「機能的研究法」である一連のVEジョブプランを適用していることから、本稿では本手法を「リスクVE」とも称す。

2. 本技法事例について

(1) 対象テーマの概要

高速道路交通管制システムとは、「情報収集機能」と「情報提供機能」及び「中央処理装置」の3つに大別で

きる。情報収集機能は「トラフィックカウンター」という交通量を計測する機器や「監視用テレビカメラ」が主なものであり、道路の渋滞等を把握するための機能を果たす。一方「情報提供機能」は、高速道路上に配置された「図形情報板」「文字情報板」やパソコンや携帯電話などの端末機器などに渋滞や所要旅行時間などの高速道路に係る情報を提供する。そしてこれらの処理を行う基幹的な装置が「中央処理装置」である、以上の内容を図解化すると図1のような構成になる。

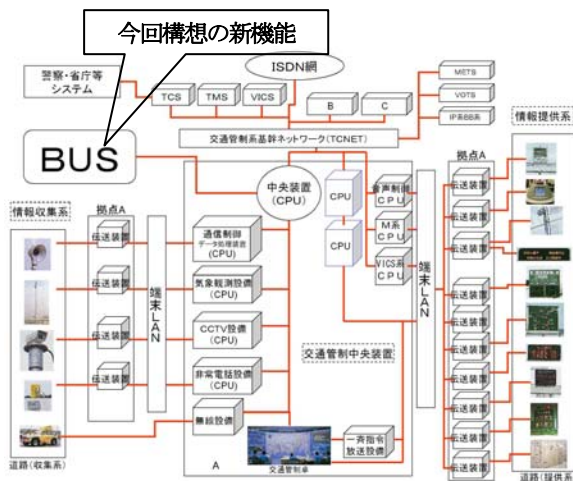


図1 交通管制システム体系概念図

(2) 取り巻く環境

BUSは、システム信頼性の向上や会社の事業継続性の観点からその必要性が唱えられ、社内委員会であらゆるリスクに対応できる計画案の検討された。最終的には「メインシステムとは別に某所に新設建物とBUSを構築すべき」との答申を出した。一方公共事業を巡る予算環境、当社を取り巻く事業環境も急速に厳しく変化していた。表1は当初BUS計画答後、新たに顕在化したリスクである。

事業機会 リスク	<ul style="list-style-type: none"> ○ BUS候補地選定・建物新築の方針・頑強さ示す根拠が不十分 ○ 既存建物を利活用する検討の形跡はあるものの結論が不明確
予算 リスク	<ul style="list-style-type: none"> ○ 維持管理施策の増大・多様化 ○ 維持管理費用の増加 年度別の予算配分計画の見直し ○ BUS費用や建物整備費用が高額
財務 リスク	<ul style="list-style-type: none"> ○ 自社所有の会社投資は、財務上の観点から厳しい環境
災害 リスク	<ul style="list-style-type: none"> ○ 想定リスクに基づく被災規模＝“リスクシナリオ”が不明確 ○ それに基づく機能要件があいまいで真に必要な機能の定義が不明確

表1 当初BUS計画案が有するリスク

(3) 検証方針

課題解決策としてリスクVEによる検討の必要性を提起、各分野専門家からなるVEチームが活動を開始した。なお本VE活動は予算要求までの約10ヶ月までの間とし、第1段階として交通管制BUS計画自体にリスク対策の遺漏はないか「リスクVE」を実施、第2段階では開発設計VEで要求仕様とコスト目標を定める2段階の手順とした。

3. ケース事例～交通管制システムのリスク対応プロセス

(1) 対象システムの設定 (STEP1) : 【分析段階】

交通管制システム (表1参照) を全体で捉え、その利点・欠点を分析した。今回対象とした交通管制システムは4拠点・4システム系統である。対象システムの利欠点分析の一例を表2に示す。

STEP1 対象システムの設定	
利点	欠点
様々な職種の人間が常駐し有事即応が可能 (交通管制員・応急工事班は24h対応)	「免振構造」ではないので、大地震で揺れて、收容設備に被害が出る可能性が高い不特定多数の出入りが多く、出入り口が多い (3箇所) ので、セキュリティが甘い
立地性に優れ都市機能上の利便性が高い 有事に要員参集しやすい立地	重要施設に近接しておりテロ攻撃の標的にされる恐れがある

表2 対象システムの利欠点分析の一例

(2) リスク状況の整理 (STEP2) : 【分析段階】

表2の結果 (特に欠点要因) に留意し、表3に示す主な損失に対する原因系要因を把握し、リスク状況の整理を行った。なお主な損失は6つとなった。

STEP2 リスク不具合状況の整理		
主な損失 (主に想定される不具合)		損失をもたらす原因系要因
1	道路交通情報が長時間停止する	①大地震で機器が転倒 ②火災 ③システム障害 ④テロ ⑤浸水 ⑥通信途絶
2	災害時に対応動作させない	①対応を遅らせる ②設計ミスさせる ③操作ミスさせる ④管理ミスさせる
3	無駄使い批判 (マスコミ等)	① 段使われていない ② 目立つ

表3 リスク (不具合) 状況の整理

(3) リスクの体系化 (STEP3) : 【分析段階】

前ステップで作成した「リスク (不具合) 状況整理表」(表3参照)をもとに各リスクを「名詞+動詞 (～を～する)」の機能表現(ただしリスクについて表現)に変換し、その後で機能表現に変換された各リスク内容をVEの「機能分析アプローチ」「目的-手段」の論理で、各々のリスクの体系化を図っていく。「何のために」・「どのようにして」の論理で負の発想を目的追及することで、全く経験したことのない、或いは想像すらしたことのない非日常を体系的に組み立てていく思考過程を経て、図2「リスク関連図」に整理する。

(4) リスクネックゾーン把握 (STEP4) : 【分析段階】

「リスクネックゾーン」とは最終的な損害・損失の引き金になりかねない脆弱領域のことである。交通管制システムは多くの情報が中央装置1箇所に“集中”し、わずかな機能変更が全体に影響を与え、さらにデータが回線等を介して“過度に集中”“交差”する特徴がある。結果、ETCシステム系を除外した。図2の星印の部分が“リスクネックゾーン”となった。

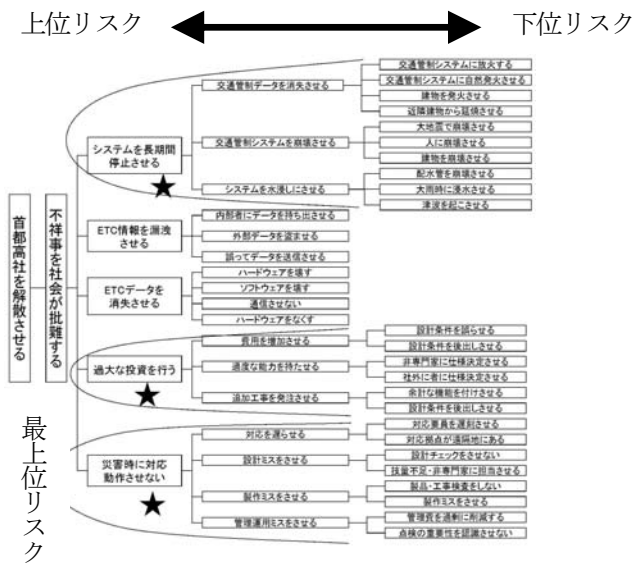


図2 リスク関連図の一例

(5) リスク達成アイデア発想 (STEP5) : 【創造段階】

リスクネックゾーンに関わりの深いリスク分野を明確にして、その有害な機能を実現するためのアイデアを創造した。表4に示すアイデアは「リスクを実現する方法」であり「負のアイデア」である。通常VEでのアイデアは機能を確実に達成するための代替案をつくりだすためのものであるが、この「負のアイデア」とは「機能を確実に達成することを阻むかもしれない」=「リスクを達成するためのアイデア」である。価値保証を阻害するリスクがなくなる限り、価値の実現が約束されない

との原則を確認できることとなる。

対象システム名：交通管制システムを長期間停止させる	
リスクネックゾーンに関わるリスク	リスクを達成するためのアイデア
① 交通管制システムに放火する	1. 内部者を洗脳し機器に引火物をまいて放火する 2. 協力会社員を装い潜入して放火する
① 建物を崩壊させる	1. 隣接高速道路本線から可燃物搭載車両を故意に衝突させる 2. 可燃物を搭載した航空機を突入させる

表4 リスク達成アイデア発想の一例

(6) リスク発生に必要なリソースの把握 (STEP6) : 【創造段階】

前ステップで発想したアイデアの実現可能性の有無、すなわち“本当に不具合を発生”させてリスクを達成できるかどうかの視点で検討・評価した。リスク発生に役立つリソースを把握し、具体的には発想したアイデアの実現に必要な条件を整理し、その条件に関わるリソースの有無を評価後、アイデアの実現性を判定する。

(7) リスク発生シナリオの作成 (STEP7) & リスク対策案の作成 (STEP8) : 【対策段階】

前ステップで実現可能性が高いと判断して採用したアイデアレベルを、論理的な矛盾がないように組み合わせし、リスク発生シナリオを作成する。さらにリスクを回避する対策アイデアについて、技術的可能性・経済的可能性の観点から評価し、実現に障害がない案を採用した。新設BUS案が将来受けると想定されるリスクとその対策案である。想定リスクとして、武力攻撃・テロリスク、図3の津波による水害リスクの存在が導かれた。

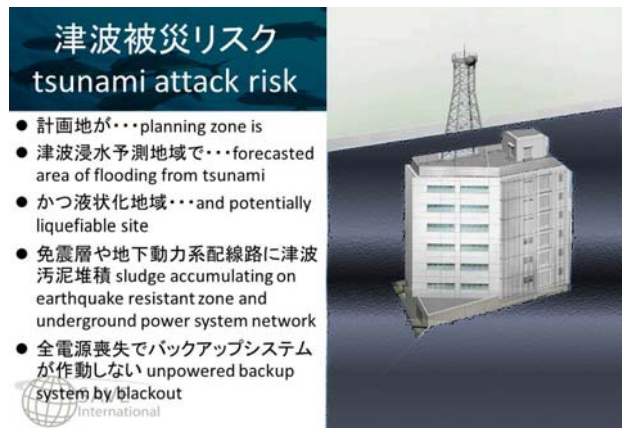


図3 津波被災リスクを想定した予測シナリオ

(8) リスクレポート

当初BUS計画へのリスク分析結果は、「リスク・レポート」としてまとめた。その一部を表5に示す。

<p>リスク・レポート (要旨)</p> <ol style="list-style-type: none">1. 新設BUSは嚴重な秘匿性確保が大前提であるが、その位置は特定認識されやすい場所であり、想定したあらゆる損失・損害のリスク要因を完全に排除できない。2. 特に当初BUS新築建物は、構造計画・設備計画等が通常の事務所ビルレベルの機能確保とされ、外部からの物理的破壊攻撃に対して完全に防御できない計画である。3. さらに新設BUS建物計画は、大規模地震時における液状化対策が十分にとられておらず、被災後に建物損傷・電源喪失の恐れがあり確実な機能達成が保証されていない。4. 幅広く既存施設を調査したところ、BUSが設置可能な多くの施設が存在することが判明。これらの多くは想定した物理的破壊攻撃や大規模地震時等に対する安全確保や機密保持が十分期待できる。費用は新設に比して軽減され、財務リスクの回避が可能である。

表5 リスク・レポート (抜粋)

4. まとめ

リスク・レポートは社内のVE推進委員会で報告され、当初計画案とは別にBUSの候補地を選定、第2段階の開発設計VEに着手しVE代替案として当初工事費比で-25.6% (約-24.2億円) の縮減提案が得られた。当初案が決定まで3年程度要したのに対し、リスクVEによる「リスク・レポート」まで約2ヶ月、第2段階の開発設計VE代替案まで約3ヶ月、計約5ヶ月程度で計画をとりまとめた。

5. 結論

現在施設整備が完了し某所にて稼働中である。公共財のあらゆる事態下での確実な機能の確保は、真に国民生活の安全・安心につながる。本技法は、徹底して想定外を想定し、「達成すべき目的=機能の確保」を担保した。これは限られた予算内で様々な施策を実行する際のツールとなり得ることを示唆した。実施後の調査では、参加メンバー全員がリスクに対する感度が鋭敏になったとされ、組織的活動としても意義ある成果が得られた。

6. 参考文献等

- 1) 中原格, 澤口学: 日本VE協会, 第44回VE全国大会VE研究論文集, “逆転発想分析による高速道路交通管制システムのリスク対応プロセスの検証”, 2011.
- 2) Itaru Nakahara, Manbu Sawaguchi, “Verification of the Risk Management Process of Expressway Traffic Control System by Reverse Thinking Functional Analysis”, 52th SAVE International annual conference, United States, 2012.
- 3) 中原格: SAVE int, 日本VE協会第3回VEアジア大会VE事例発表集, “首都高速道路株式会社におけるVE活動事例”, 2013.
- 4) 澤口学: “逆転発想による創造的リスクマネジメント” 同友館, 2007.
- 5) 澤口学, 日本VE協会: 第38回VE全国大会VE研究論文集 “逆転発想機能分析による情報システムのリスク管理手法”, 2005.
- 6) Ideation International Inc. “Anticipatory Failure Determination Russian name Subversive Analysis”, TRIZ power point material, 2002.
- 7) Stan Kaplan, Svetlana Visnepolschi, Boris Zlotin, Alla Zusman, “New Tools for Failure and Risk Analysis”, Ideation International, Inc. 1999.

(2015. 10. ? 受付)

VERIFICATION OF THE RISK MANAGEMENT PROCESS OF EXPRESSWAY TRAFFIC CONTROL SYSTEM BY REVERSE THINKING FUNCTIONAL ANALYSIS

Itaru Nakahara

Expressway routes are maintained under the control of the traffic control system, constructed systematically and effectively by a number of control devices and operation software in order to improve the traffic maintenance capabilities and provide our customers with more comfortable transportation environments. As part of the risk management of the system's diversification and upgrading, a “Buck Up System(BUS)” is reviewed. The rapid development of Information and Communication Technologies (ICT) has revealed that there exist many potential problems and how to deal with them. This paper analyzed and reviewed a “creative risk management process through reverse thinking functional approach” to be applied in the BUS planning of the expressway control system. An effective result was obtained through the risk assessment of this method, and the BUS plan was revised based on the study outcome. The effectiveness of this process was proven to be useful for the risk management of any kind of project or plans.