

ケーブルを有する橋梁のリスクアセスメントの提案

-秋田県由利橋について

環境構造工学分野 7021531 兼田 姫梨

環境構造工学分野 指導教員 青木 由香利

1. 研究目的

本研究の目的は、斜張橋を用いて日本にリスクアセスメントの重要性を提案することである。リスクアセスメントとは建設前の橋梁に対して、事前に予想できるリスクを過去のデータから定量的に求めることをいう。それらのリスクを踏まえたうえでリスクは許容範囲内であるか、何か特別な対策は必要なのかなどを検討する。

2. リスクアセスメントの基本的な考え方

(1) 前提

リスクアセスメントの前提として、災害やリスクをゼロにすることはできない・全てのリスクに対応することは無限の費用を要することになり現実的ではない・重大な事故は決して起こしてはならない・許容可能なレベルに達していないリスクから優先的に対策を実施するといったことがある。すなわち、数多くあるリスクに対して優先順位をつけることが重要である。許容可能なリスクとは、図-1のALARP領域に属し、条件付きで許容できる領域のことをいう。この前提を基に安全か安全でないかの二択ではなく、許容できる領域・条件付きで許容できる領域・許容できない領域の3つの領域で安全を考えることが必要である。

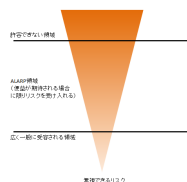


図-1 ALARP 領域

(2) 考慮すべきリスク

考慮すべきリスクにはユーザーリスクと通行止めリスクの二つがある。ユーザーリスクとは、橋梁の利用者の生死及びけがに関わるものを指す。具体的

に死亡交通事故や事故率がそれに当たる。通行止めリスクとは、橋梁の利用者や所有者の利便性に関わるものを指す。具体的に大事故や大規模損傷、火災などがそれに当たる。

(3) リスクアセスメントの流れ

リスクアセスメントは基本条件・情報の整理→リスクの定量化・優先順位の決定→対策を実施するリスクの選定の流れに沿って行う。最初の基本条件・情報の整理をするために、Design-Strategy1とDesign-Strategy2を把握する必要がある。Design-Strategy1とは偶発事故に対して、適用可能な規定や広く一般に知られている事例を基に設計する方法である。具体的には地震や自動車荷重などがあり、この考え方は日本でも一般的であると感じる。Design-Strategy2とは適用可能な規定や事例がない特定のリスクに対して、リスクの許容値を自ら定義し、リスクアナリシスを行って評価と設計をする方法である。具体的には火災や爆発、津波などがあり、一般の設計ではカバーされない事象を含む。今回はDesign-Strategy2に着目してリスクアセスメントを行う。Design-Strategy2は、Step1:必要なデータ収集、Step2:危険事象・有害物の特定、Step3:特定した個々の危険に対するリスクアナリシス及びリスクマネジメントの検討、Step4:結果集約及び全体的なリスクアナリシスの順に行う。

3. 海外事例：Osman Gazi bridge

海外のリスクアセスメント事例としてトルコ的高速自動車国道であるOsman Gazi bridgeを紹介する。

(1) リスク評価結果

Osman Gazi bridgeのユーザーリスク許容値は $9.7 \times 10^{-12} / \text{user} - \text{km}$ である。これはトルコ的高速道路におけるドライバー死亡率の50%増し

の値であり、下限は上限の $1/1000$ とする。また通行止めリスク許容値は、経済性などを考慮して $1.0 \times 10^{-6}/\text{year}$ とした。下限は上限の $1/100$ とする。交通事故や船舶衝突、火災・爆発、自然災害(津波・豪雨・海底洗掘)等のリスク評価を行った結果、通行止めリスクの道路火災・爆発のリスクが $3.7 \times 10^{-3}/\text{year}$ となり許容値を上回った。

(2) リスク軽減対策例

(1) より、通行止めリスクの道路火災・爆発は対策が必要だとわかった。そのため図-2, 図-3 のような耐火・消火対策を行った。



図-2 耐火塗料の塗装



図-3 スプリンクラー

これらの対策を実施した結果、通行止めリスクは $2.7 \times 10^{-5}/\text{year}$ まで減少し許容上限に収まった。この事例から、リスクアセスメントを事前に考慮することで潜在していたリスクを発見することにつながり、リスクを未然に防ぐことにも役立つといえるだろう。

4. 由利橋のリスクアセスメント

(1) 許容上限と ALARP 下限

まず、由利橋におけるユーザーリスク・通行止めリスクの許容上限と ALARP 下限を設定する。ユーザーリスク許容値は日本で定められている死亡事故率 $3 \sim 5$ 件/1 億 km から $5.0 \times 10^{-8}/\text{user} - \text{km}$ とし、下限を Osman Gazi bridge 同様 $1/1000$ とした。また通行止めリスク許容値は、Osman Gazi bridge と由利橋の比率から求めた。由利橋の橋長は Osman Gazi bridge の橋長の約 0.077 倍であるから、許容値上限を $1.0 \times 10^{-4}/\text{year} \times 0.077 = 7.7 \times 10^{-6}/\text{year}$ とした。そしてその下限を $1/100$ とした。

(2) リスクの調査

今回は数多くあるリスクの中から Osman Gazi bridge で最も高かった火災に焦点をおいてリスクアセスメントを行った。ユーザーリスクと通行止めリスクのそれぞれに対してリスク調査をした。採用した仮定は、1km あたりの事故発生率や大型車混入率、HGV 危険物輸送及び可燃物輸送の割合などである。なおこのデータは全て国土交通省、内閣府、秋田県警察、消防庁のデータベースから引用し、過去 5 年～10 年のものを平均したものを使用している。可能な限り秋田県のデータを使用しているが、無いものは東北や日本のデータを使用している。

(3) リスクの結果

(2) で調査したリスクから、ユーザーリスク $= 9.7 \times 10^{-10}/\text{user} - \text{km}$ 、通行止めリスク $= 3.7 \times 10^{-7}/\text{year}$ となった。どちらも ALARP 領域に属することがわかり、すぐさま対策が必要なほどリスクが高いわけではなかった。

5. まとめ

リスクアセスメントで大切なことは「リスクの優先順位」をつけることである。全てのリスクを無くすことや対応することは不可能であるため起こり得る多くのリスクを総合的に分析し、それらは許容範囲内か否か、対象橋梁の規模に応じてどこまでのリスクに対応する必要があるかといったことを定量的に求めていくことが重要である。なおこの評価は 2010 年～2023 年までのデータに基づくものであり、今後の事故件数及びそれぞれのリスクは自動車の技術進歩や安全意識の向上により減少していくものと思われる。

参考文献

- 1) Manabu INOUE, "PROIECTARE SIEXECUTIE 'PO-DUL SUSPENDAT PESTE DUNARE IN ZONA BRAILA,'" Aug. 2018.
- 2) Manabu INOUE, "PROIECTARE SIEXECUTIE 'PO-DUL SUSPENDAT PESTE DUNARE IN ZONA BRAILA,'" Technical note: Operational Risk Analysis-Accident on Main bridge by HGV with flammable goods," Aug. 2018.
- 3) oshiyuki KONDOU, Wataru MATSUDA, Ippei ISHIKAWA, Kunihiro MIHARA, and Masayuki SEKINE, "IHI Infrastructure Technical Report vol2 由利橋 copy," IHI Infrastructure Technical reports, pp. 137-144, 2013.