

秋田県：由利橋に関するオペレーショナル・リスク分析

—大型車による本橋での事故

大型車による本橋での道路火災事故のリスク分析をまとめた。交通事故の結果として、トラックやタンクローリーなどの大型車は他の乗用車よりも大きな火災を引き起こす可能性があり、主塔やケーブル、桁に対して重大な損傷を与える可能性がある。本文では、日本及び秋田県で入手可能な統計データに基づいてこれらのリスクを評価し、特別な対策の必要性について検討する。

1 道路交通関連統計データ

オペレーショナル・リスク分析に必要な統計データは以下にまとめた。データは全て国土交通省または秋田県警察のデータベースから入手した。

1.1 日本の橋長総延長

2021 年現在、日本には橋梁総延長が 11,652km、橋梁総数 177130 数存在する。これは高速自動車国道・国道・都道府県道・市町村道を含む公道にある。車線数は全体の約 9 割かつ高速自動車国道の約 3 割が 3 車線以下である。

表 1：日本の橋梁総延長(km), 2012 年~2021 年

2011	2012	2013	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
10,161	10,612	10,732	10,896	10,995	11,098	11,183	11,538	11,589	11,652

1.2 HGV 輸送と危険物輸送

HVG 輸送とは、大型トラックなどの重量物運送者(heavy goods vehicle)による輸送。

① 秋田県道大型車混入率

秋田県の県道における大型車の通過割合を示した。交通量調査は通常 5 年毎に行われるため 3 年分のデータのみしか見つけられなかった。これは道路交通センサス一般交通量調査結果の総括表「県道」を見た。

表 2：秋田県道大型車混入率 (%)

2010	1015	2021
14.3	12.2	12.3

② 貨物輸送と危険物輸送の内訳

表 3 に日本の全体貨物輸送トンキロ、表 4 に表 3 中の危険物にあたる貨物輸送トンキロをまとめた。なお、輸送トンキロとは「輸送トンキロ＝輸送トン数×輸送距離」で計算できる。具体的には 1 t の貨物を 1 k m 運んだ場合を 1 トンキロとする。データは全て東北 6 県のものを使用した。

表 3：貨物輸送(百万トンキロ)

2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
20,580	20,577	39,887	19,654	20,233	20,988	21,826	21,624	21,606
				内危険物輸送の割合	7.53%	7.82%	7.47%	8.78%

表 4：貨物輸送危険物（百万トンキロ）

2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
			1,581	1,706	1,616	1,898
		内可燃物割合	71.86%	90.82%	85.03%	85.60%

- クラス 1：火薬類
- クラス 2：ガス[2.1 引火性ガス、2.2 非引火性・非毒性ガス、2.3 毒性ガス]
- クラス 3：引火性液体

- クラス 4 : 可燃性物質 [4.1 可燃性固体・自己反応性物質、 4.2 自然発火性物質、 4.3 水反応性物質]
- クラス 5 : 酸化性物質 [5.1 酸化性物質、 5.2 有機過酸化物]
- クラス 6 : 毒物類 [6.1 毒物、 6.2 伝染性病原体等]
 - クラス 7 : 放射性物質
 - クラス 8 : 腐食性物質
- クラス 9 : その他の有害性物質 [リチウム電池類、海洋汚染物質]

表 3…貨物輸送のトンキロ、自家用は考慮せず営業用のもののみ

表 4…表 3 中のうちどのくらい危険物を運んでいる貨物があるのかを示した

危険物輸送の割合…表 4/表 3 の％表示、全体中どの程度危険貨物輸送かその割合

可燃物割合…危険貨物中どの程度可燃物を運んでいるのかその割合、これは自分で可燃物の項目を選定したので、多少割合高めに出ているかも

1.3 交通事故

① 1km あたりの交通事故率（秋田県）

秋田県道路総延長とその年の交通事故発生件数から 1km あたりの交通事故率を求める。

表 5：秋田県道路総延長(km)と事故件数

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
総延長(km)	24,686.4	24,700.2	24,724.1	24,665.3	24,668.6	24,698.1	24,701.4	24,723.3	24,721.9
事故件数	2,270	2,151	2,177	2,034	1,784	1,514	1,377	1,301	1,157

表 5 より、総延長の平均：24,698.8km,一年間の事故件数の平均：1751.7 件

よって、1km あたりの秋田県交通事故率：0.071/km・年

② 県道で死者を出した重大事故の割合（秋田県）

由利橋周辺の交通量は県道規模であるため、秋田県における県道で起こった重大事故の割合を求める。ここでの重大事故とは死者を出したケースのことを指す。

表 6：交通事故件数と交通事故死者数

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
事故件数	2, 270	2, 151	2, 177	2, 034	1, 784	1, 514	1, 377	1, 301	1, 157
全体の交通事故死者数	37	38	54	30	42	40	37	28	33
県道の交通事故死者数			12			7	9	4	7

表 6 より県道の重大事故の割合：19. 9%（2019 までなら 19. 1%）

③ 発生状況による交通事故（秋田県）

発生状況による交通事故割合を見ていく。由利橋は歩行者と自動車が接触しないように柵が取り付けられている。よって、正面衝突等と追突を考慮する。

表 8：衝突形態別に分類した交通事故(%)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
正面衝突等	29.10	31.40	30.7	30.5	31.5	33	30.6	32.00
追突	4.90	5.40	4.6	5.7	4.8	4.7	5.1	5.60
合計	34	36.8	35.3	36.2	36.3	37.7	35.7	37.6

合計の平均：36. 2%

④ 道路形状による重大交通事故（秋田県）

事故の発生確率は道路形状に大きく依存する。表 7 では 2019 年～2022 年の道路構成による重大事故の死者数を示したものである。

表 7：道路構成による重大事故の死者数(2016 年, 2019～2022 年)

	死者数	発生件数
交差点	60	4528
カーブ	34	313
一般単路	91	2285
その他	7	400
合計	192	7526

由利橋は線形道路すなわち一般単路にあたる。一般単路の死者数が出た交通事故の割合は 47. 4%である。(2019 年までなら 49. 3%)しかし、発生件数で見ると交差点が最も多い。このことから線形道路はスピードを出しやすい傾向にあるため、重大な事故が起こる可能性が高いのではないだろうか。

2 道路火災事故のリスク評価

上記の統計データに基づき、危険物を積載した HGV が本橋を通行する際の道路火災事故におけるリスクを評価した。本調査における火災とは主にケーブルや主塔に損傷を与える可能性のある炭化水素火災またはそれに類似するものである。

○通行止めリスク 採用された過程は以下の通り

- 秋田県 1km あたりの事故発生率 0. 071/km・年
- 秋田県道での重大事故の割合 19. 9%
- 一般単路の死者数が出た交通事故の割合 49. 3%
- 全 HGV のうち 7. 90%は危険物輸送
- 危険物輸送のうち 83. 33%は可燃物輸送
- 由利橋の推定大型車混入率 12. 9%
- 由利橋上で火災が起こるような事故(正面衝突等・追突)が起こる確率 36. 2%
- 一般単路によることの補正係数 0. 1

以上より、本橋における重大な火災事故のリスクは $1.96 \times 10^{-6}/\text{km} \cdot \text{年}$ となる。本橋の全長は 0.19km であるため、最終的な由利橋のリスクは $3.73 \times 10^{-7}/\text{年}$ と見積もられる。この値はルーマニアの国道橋と比較すると低い。

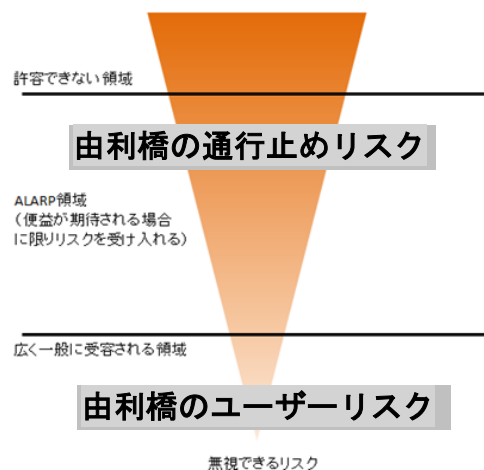
※ルーマニア： $1.14 \times 10^{-6}/\text{年}$

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リスクは自動車の技術進歩や安全管理の上達により減少していくものと思われることも特筆にする。

○ユーザーリスク 採用された過程は以下の通り

- 秋田県 1km あたりの事故発生率 $0.071/\text{km} \cdot \text{年}$
- 秋田県道での重大事故の割合 19.9%
- 一般単路の死者数が出た交通事故の割合 49.3%
- 全 HGV のうち 7.90%は危険物輸送
- 危険物輸送のうち 83.33%は可燃物輸送
- 由利橋の推定大型車混入率 12.9%
- 由利橋上で火災が起こるような事故(正面衝突等・追突)が起こる確率 36.2%
- 一般単路によることの補正係数 0.1
- 全交通事故死者数に対して秋田県は 0.084%
- 全国の県道中、秋田県の割合は 0.2%

ユーザーリスクは $1.9 \times 10^{-12}/\text{年}$ となり、通行止めリスクよりも小さい結果となった。



ALARP 原則に基づいて領域分けを行うと、ユーザーリスクは無視できるほど低く、通行止めリスクは ALARP 領域＝条件付きで許容できる領域にあることがわかった。

総合的に今すぐ対策が必要なほど大きいリスクはなかった。もし、リスクマネジメントを行うのであれば「通行止めリスク」を低くするような対策にすればよい。

リスクを定量的に求めることは、その土地や状況にあったアドバイスにつながる。それは、マネジメントのオーバーデザインを抑制し、長期的にみるとリスクの低下に加え、費用・時間・人員の削減に繋がる。

○夏季・冬季の火災による通行止めリスクの違い

○年間通行止めリスク 3.73×10^{-7} /年

これを1（基準）とする。

このリスクは季節のパラメーターを含めていない。

○春夏通行止めリスク 1.67×10^{-7} /年

基準の0.45倍。

○秋冬通行止めリスク 1.99×10^{-7} /年

基準の0.53倍。

春夏よりも若干高いが、ほぼ変わらない。

差 $= 3.26 \times 10^{-8}$