

ケーブルを有する橋梁のリスクアセスメントの提案

ー秋田県由利橋について

7021531 兼田 姫梨

研究目的

斜張橋といったケーブルを有する橋梁を用いて、日本にリスクアセスメントを提案すること

秋田県由利本荘市にある実橋：由利橋を対象に、起こりうるリスクのひとつである火災を想定する

火災が発生した場合、ケーブル・主塔・主桁にどのような影響があるのか、またそれによって起こる事態が市や周辺住民にどのような影響を及ぼすのかを予測すること



実際の由利橋の様子

リスクアセスメントとは

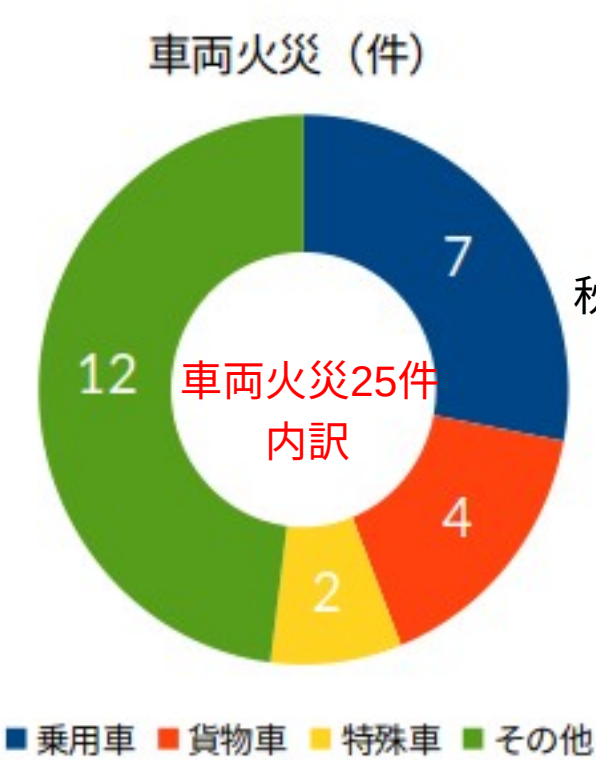
建設前の段階でその橋梁が実際に建設された場合にどのようなリスクがあるのかを定量的に求めること

日本の橋梁火災事例

1966:首都高速道路	神田橋ランプ	1975:国領川橋梁	1980:西浦和駅構内の高架橋	1994:首都高速道路	芝公園入路	2004:JR宗谷線旭川第8橋梁
2006:守口高架橋	2007:大阪環状線淀川橋梁	2008:首都高速5号	北池袋IC付近の高架橋			

秋田県の現状

火災発生件数



引用元：2023年総務省消防庁 火災統計

交通事故件数

交通量

2023年火災発生件数
全国38659件
秋田県318件 **約0.8%**

秋田県318件 内訳
建物火災184件
林野火災25件
車両火災25件
船舶火災1件 **約7.9%**

秋田県の火災割合:0.8%
車両火災の割合:7.9%

想定要因一車両の衝突事故
ープロパンガス配送車
ー小型タンクローリーの横転

2012年都市ガス普及率
全国平均71.6%
秋田県38.6% **31位**

プロパンガスの利用率が高い

トラックに積んで配送
から
プロパンガス容器の落下



秋田県では冬期灯油を使用する

住宅街は小型タンクローリーで配送
走行中に横転
から



車両火災につながる可能性は十分ある

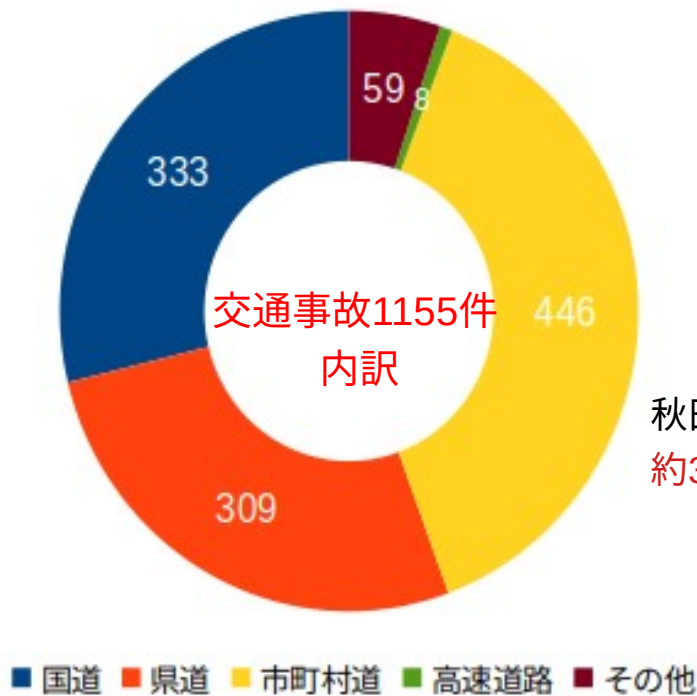
秋田県の現状

火災発生件数

交通事故件数

交通量

道路種類別交通事故（件）



引用元：2023年秋田県警察本部 交通統計

2023年交通事故件数
全国307930件
秋田1155件

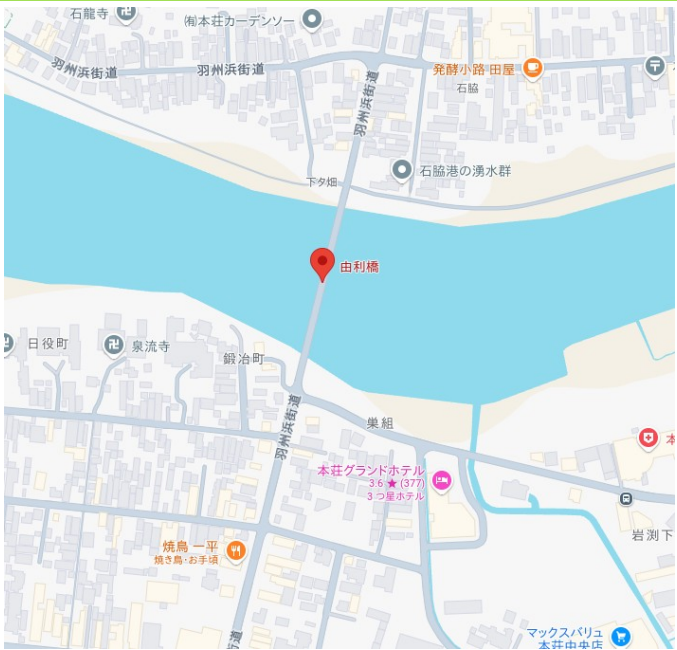
約0.4%

秋田県1155件中県道309件

約27%

秋田県内で県道で起こる事故率は
約30%と国道での事故率と大差ない

県道の需要も高いため、
通行止めが起こると大きな影響へ



由利橋周辺道路一羽州浜街道
一県道165号
一横手街道

全て県道に分類される

由利橋へつながる道路は県道が多いため、県道での交通事故件数を参考とする

秋田県の現状

火災発生件数

どちらも県道に属する

表：平日交通量の比較

	一般県道	主要地方道	県道165号
小型車	平日12時間交通量(台/12h)		
	1261	2629	2861
大型車	平日24時間交通量(台/日)		
	1471	3108	3316
大型車 混入率			
	13.9	10.8	8.9
	15.1	13.2	12.7

引用元：2021年秋田県庁 交通調査

小型車：乗用車・小型貨物車（軽トラック等）
大型車：バス・普通貨物車（大型トラック等）

交通事故件数

交通量

- ・ 交通量4000台/日以上以上の道路を一般に「交通量が多い」と言う
- ・ 大型車混入率の目安は地方部15%である
- ・ 県道165号は県道の中でも比較的交通量が多い
- ・ 一般県道・主要地方道の平均大型車混入率は14.15%

大幅に基準を超えている訳ではない

リスクが起こらないとはいえない？

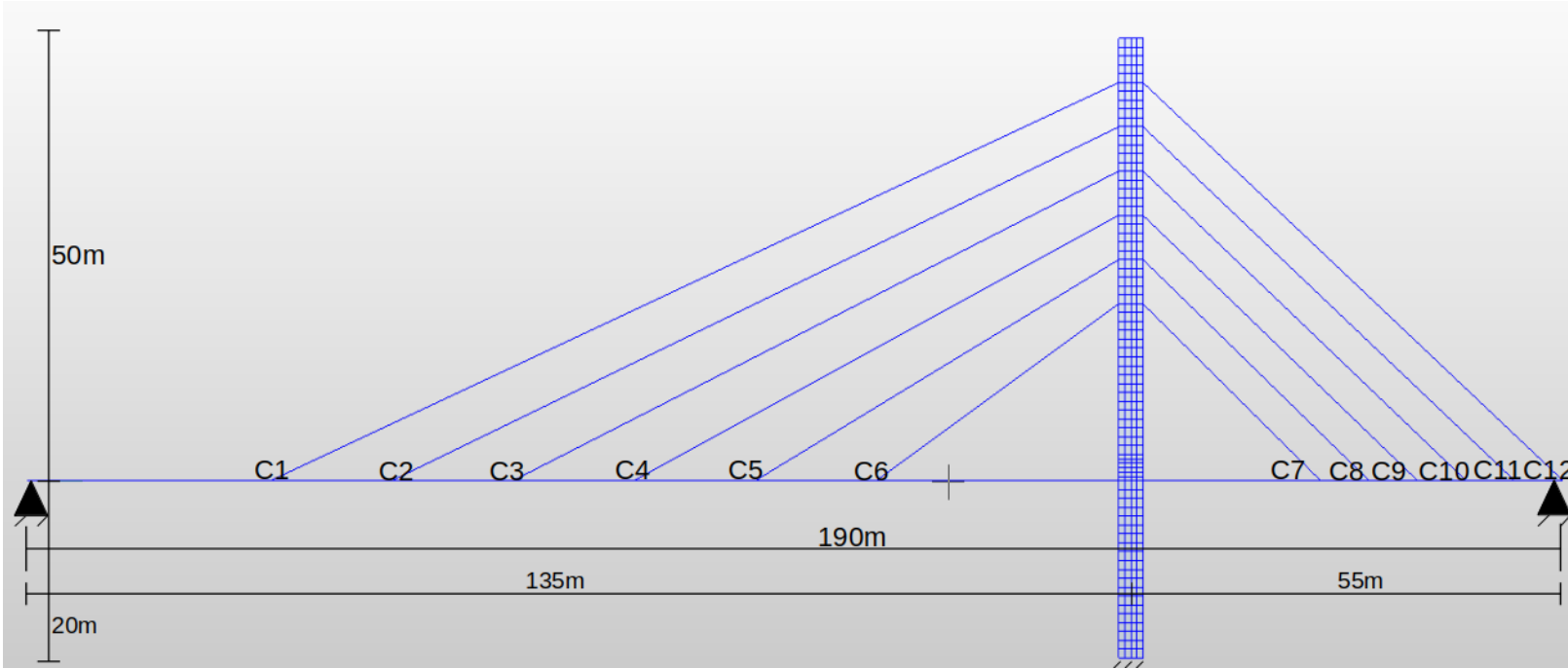
地方は都市に比べて迂回路が少ない傾向にある
規模の小さい橋梁でも通行できなくなると大きな影響

由利橋の周辺にある迂回路：本庄大橋・飛鳥大橋
本庄大橋：国道7号 飛鳥大橋：国道105号
もともと交通量の多い国道に自動車が集まるとさらなるリスクへつながる

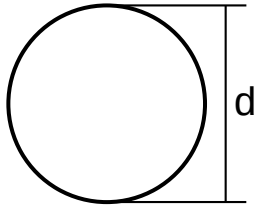
解析モデル

対象橋梁：由利橋

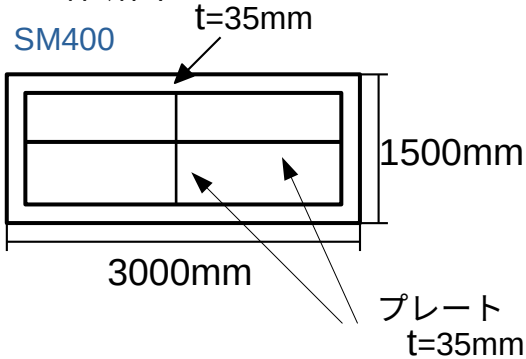
ケーブル	直径 (mm)
C5~C9	200
C1,C4,C10	225
C2,C3, C11,C12	315



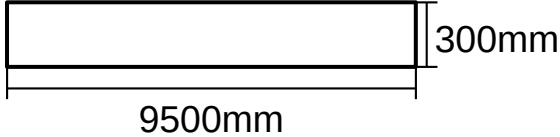
ケーブル
ST1570



主塔断面
SM400

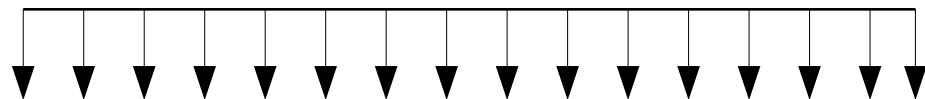
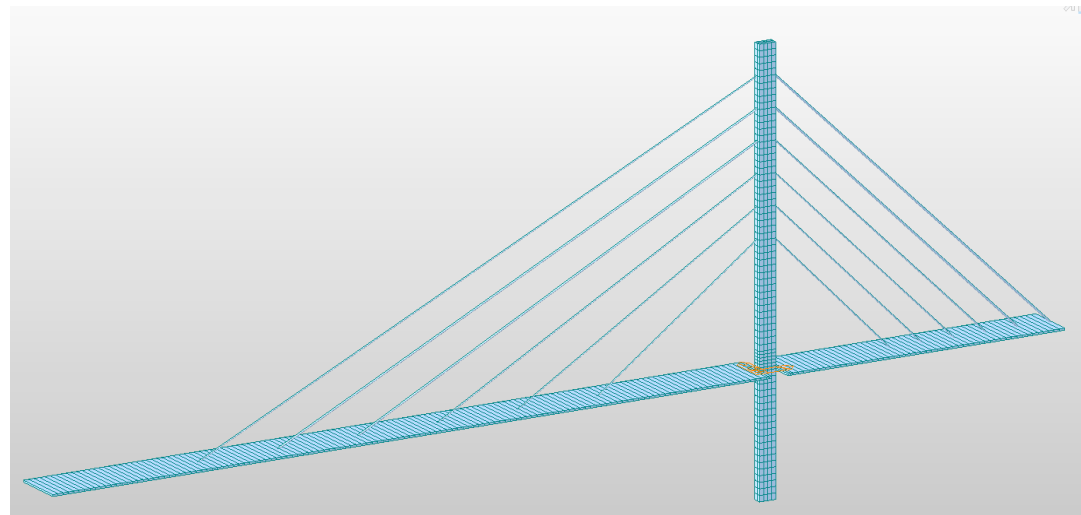
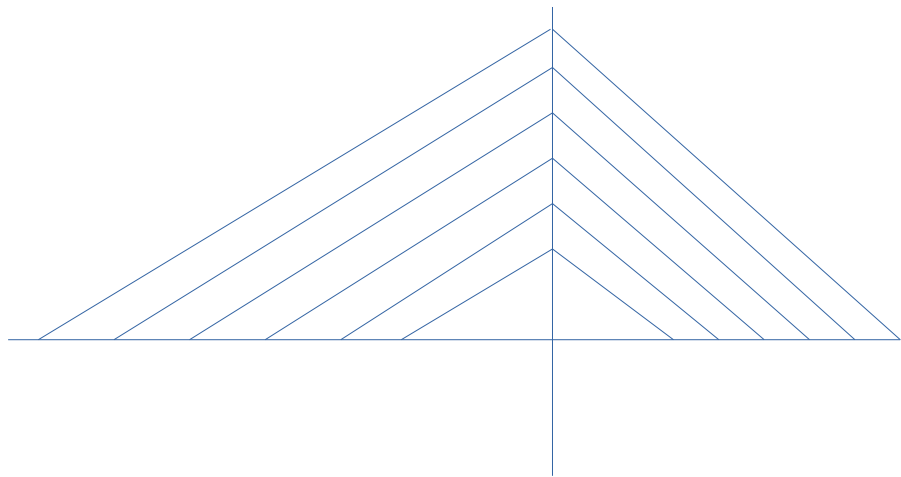


主桁断面
SM400



ケーブル材料特性	鋼材材料特性
ST1570 E:195GPa 降伏応力 1160MPa~ 1570MPa	SM400 E:205GPa 降伏応力 235MPa

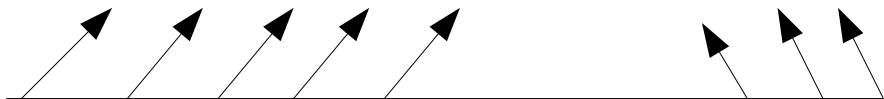
常時設定荷重



死荷重(D)

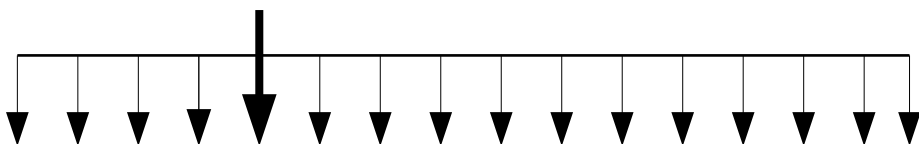
D 75.4kN/m

(鋼重22.5kN/m, 高欄24.5kN/m,
アスファルト28.4kN/m)



ケーブルプレストレス

Pr 各ケーブル毎異なる張力



活荷重(L)

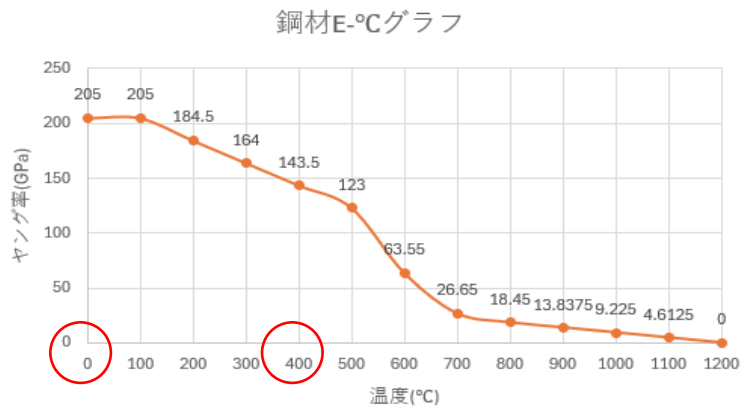
L -B活荷重

集中荷重 23.9kN/m

等分布荷重 5.5kN/m

火災の再現方法

初めからヤング率を下げたモデルを使用



発火温度
ガソリン・灯油:350°C
プロパンガス:520°C

一般に鋼材は400°Cまで耐えられると言われている

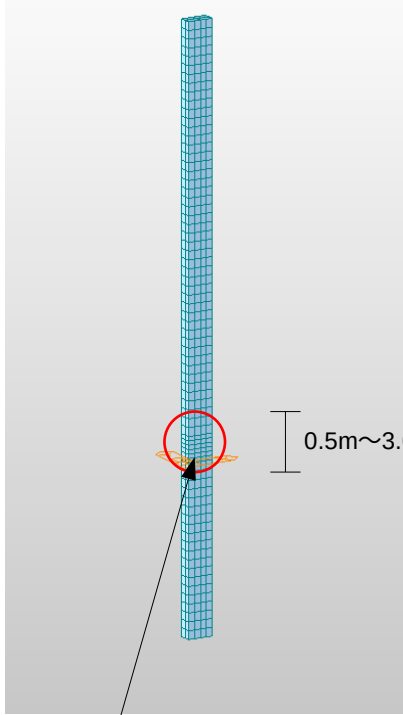
健全時(0°C)ヤング率:205GPa
400°Cヤング率:143.5GPa



約30%減

想定火災場所

ケーブルよりも主塔のほうが熱に弱い



桁上0.5m~3.0mの
道路側表面
ヤング率を下げた



- ## 火災要因
- 乗用車の衝突事故
 - プロパンガス容器の落下
 - 小型タンクローリーの横転



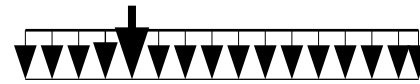
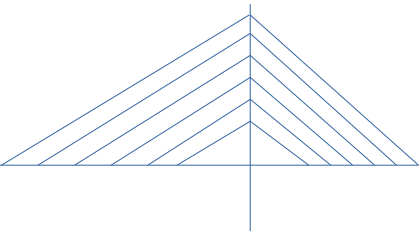
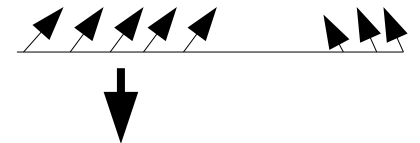
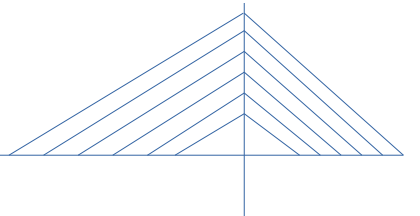
自動車から発展する火災

桁上0.5m~3.0m=車高を考慮

※炎は燃え上がるため車高よりも高い位置まで
火災の影響があると考慮

- 参考
- 小型・中型・大型車:1.5m
 - 軽自動車:1.75m
 - 軽トラック:2.0m
 - ※最大積載寸法2.5m
 - 小型タンクローリー:1.98m

解析結果



健全時と400℃のときのケーブル応力の比較

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
健全	107.9	43.1	36.5	62.0	58.4	123.7
400	108.2	43.1	36.5	62.1	58.7	123.2
	C7	C8	C9	C10	C11	C12
健全	63.8	19.0	6.6	5.4	41.1	137.7
400	66.0	18.2	5.9	5.2	41.1	139.0

D

Pr

L

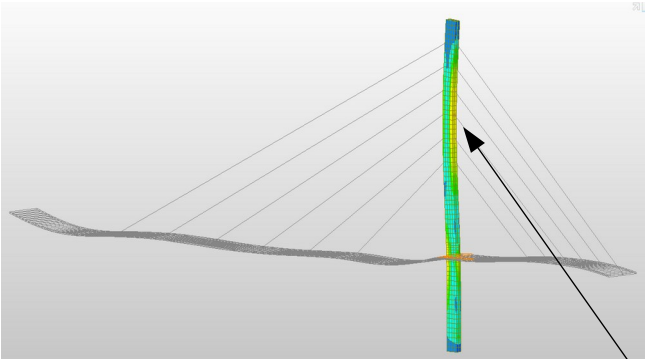
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
健全	115.5	46.3	38.0	64.8	62.4	132.9
400	115.9	46.2	37.9	64.6	62.8	132.4
	C7	C8	C9	C10	C11	C12
健全	68.5	20.4	7.1	5.9	43.8	146.1
400	70.9	19.5	6.4	5.7	44.1	147.4

D

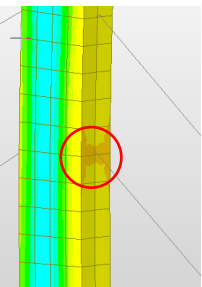
Pr

L

400℃のときの主塔応力分布



C9拡大図



降伏応力235MPa



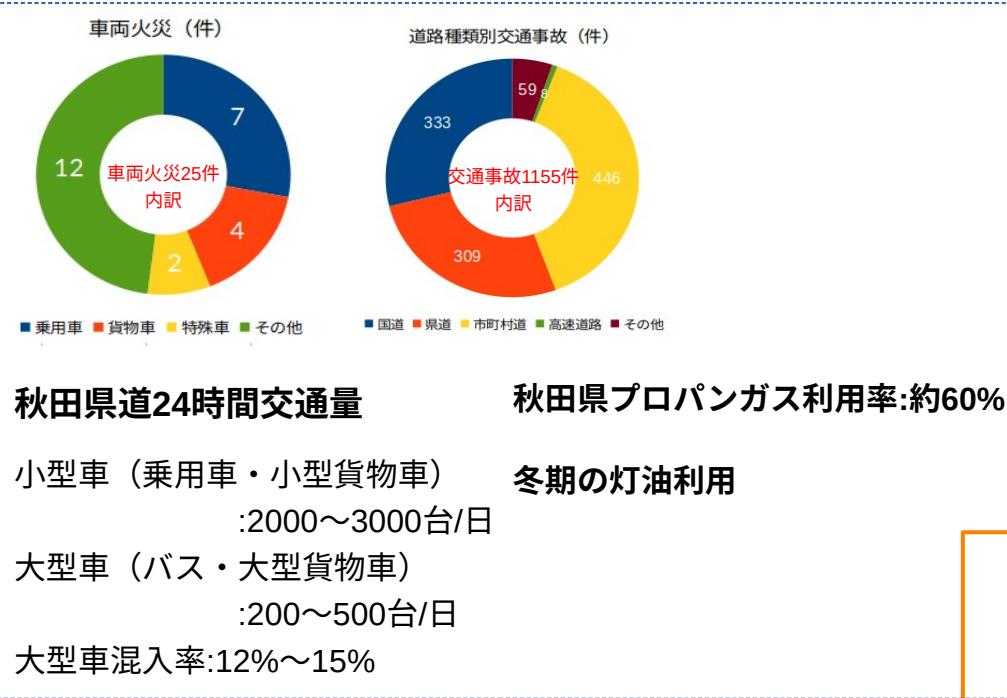
<240MPa
赤丸部分の応力

主塔応力分布を見るとC9ケーブルと主塔のつなぎ目に大きな力がかかっている

結論

- ・ ケーブル応力にほとんど差はなかった
- ・ 主塔は400℃のとき降伏した
- ・ この降伏が橋梁全体にどこまでの影響を与えるかは分らず

リスクアセスメントの提案



火災の発生は大いに考えられる

- 今後の課題
- ・リスクの数値化や線引き基準の検討
 - ・火災からリスクアセスメントへ繋げる

由利橋に特別火災対策がされているようには見えなかった

橋梁用スプリンクラー・屋外消火器・耐火用塗料etc・・・

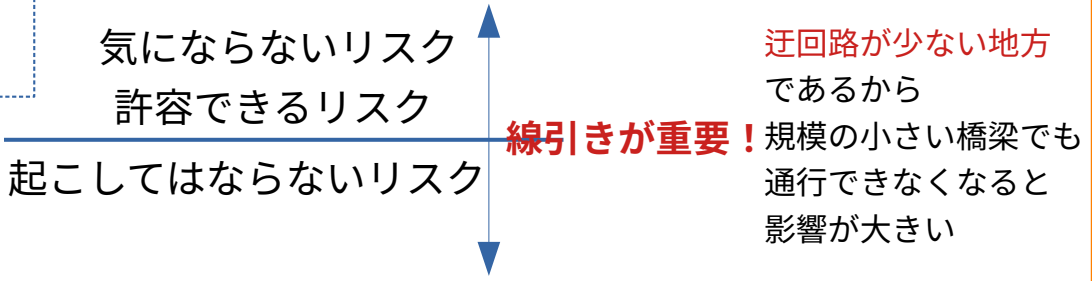
原因

従来の設計ではリスクアセスメントに対する具体性がない

- 日本：維持管理前提・構造特性（安定性・耐震性・耐力など）・
経済性・施工性 →体系的
- 海外：構造特性（耐力・耐震性）・リスクが起きた場合の優先順位を考慮
→柔軟的

一度も事故が起こらない・絶対に壊れない 橋梁設計
不可能に近い

提案



考えられるリスクの程度によって必要となる安全率は変わる
状況に応じたリスクを見越し設計することが必要