

気象条件(強風)に基づく斜張橋の リスクアセスメント－秋田県由利橋について

7022609 真庭
大輝

研究目的

構造物には風、雪、雨、気温などの自然条件によって利用者が事故や被害を受けるリスクがある。その様なリスクを評価し対策の優先度を判断する手段として、リスクアセスメントがある。本研究では秋田県由利本荘市にある斜張橋：由利橋を対象に起こりうるリスクのひとつとして強風を想定したリスクアセスメントを行い、由利橋の利用者やその橋を利用する市民全体にどのような影響があるのかを検討していく。

リスクアセスメントとは

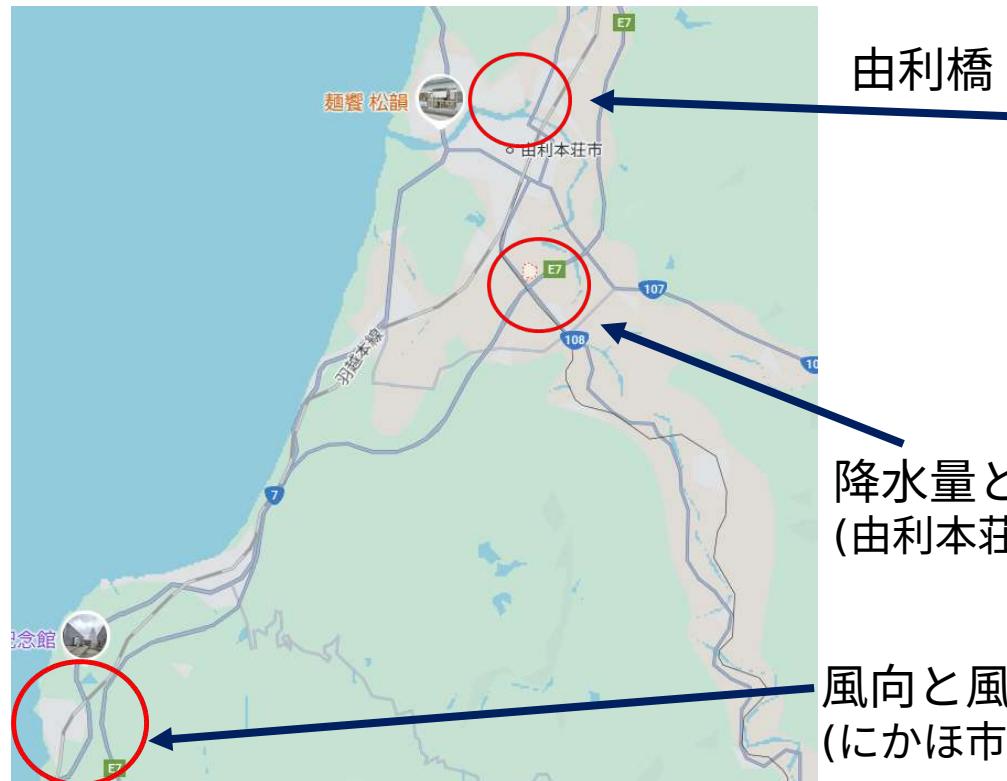
リスクアセスメントとは建設の前段階でその橋梁が実際に建設された場合、どの様な影響があるのかを定量的に求めることを言う。

リスクを事前に考えておくことで事故も未然に防ぐことができる。

研究ステップ

- 1、近隣の気象データの取集・分析
- 2、遮風壁の効果を定量的に評価する。
- 3、遮風壁有無による通行止めリスク＆ユーザーリスクを評価する。
- 4、横風によるユーザーリスク、通行止めリスクや斜張橋(由利橋)を採用したことによる影響を考察。

観測地点



降水量と気温
(由利本荘市埋田用堰南)

風向と風速
(にかほ市金浦南金浦)



https://www.tohokukanko.jp/attractions/detail_10076

- 降水量と気温は由利橋から5km付近にある

由利本荘市の気象庁データを使用。

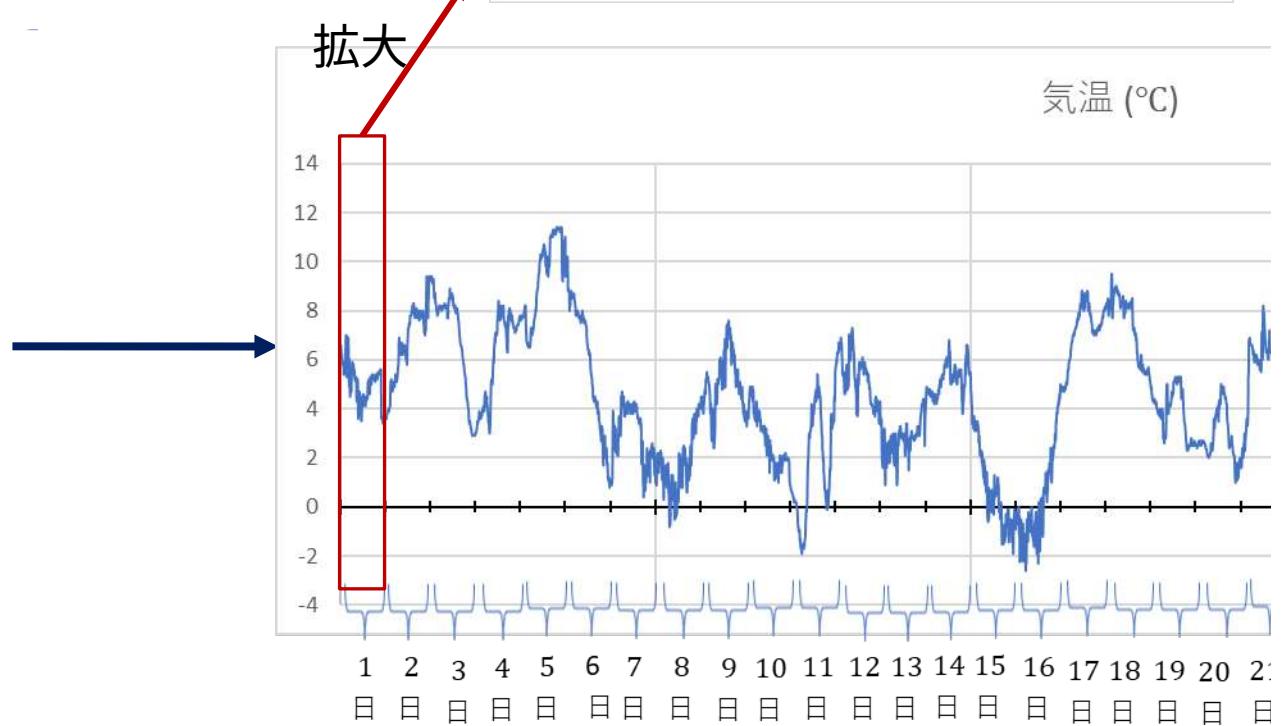
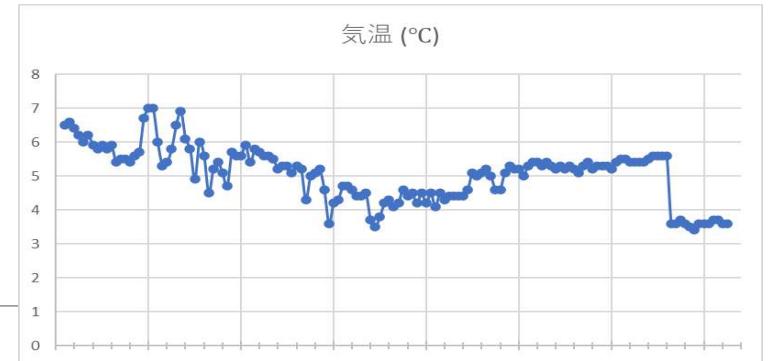
- 風向と風速は沿岸部に近いにかほ市の気象庁データを使用(由利橋から約2.4km)。

1、近隣の気象データの取集・分析

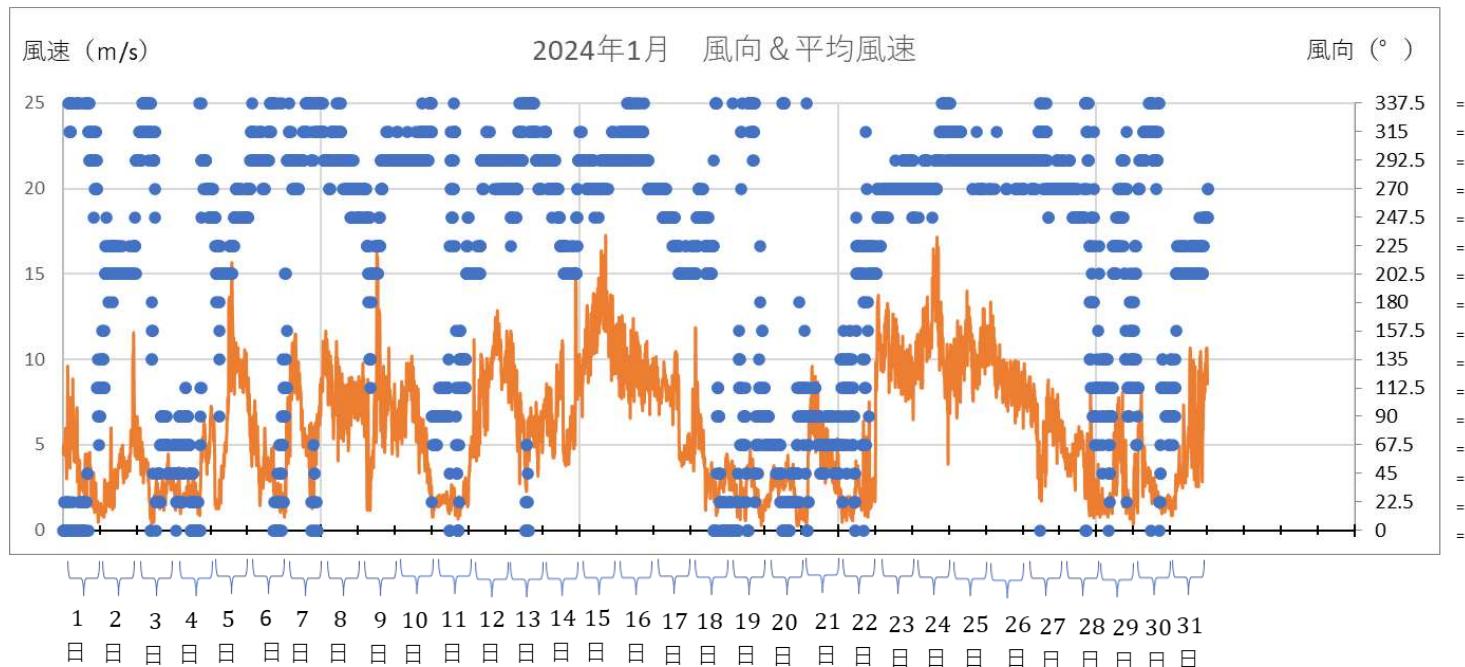
データの使用方法

にかほ（秋田県） 2024年1月1日（10分ごとの値）

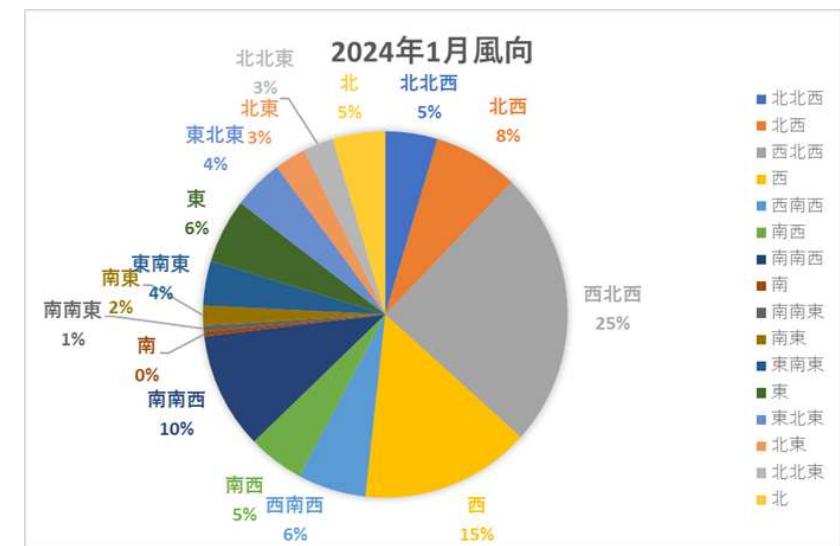
時分	降水量 (mm)	気温 (°C)	相対湿度 (%)	風向・風速				日照 時間 (min)	
				平均		最大瞬間			
				風速(m/s)	風向	風速(m/s)	風向		
00:10	0.0	6.5	81	4.5	北北東	9.2	北		
00:20	0.0	6.6	80	4.7	北	10.4	北北東		
00:30	0.0	6.4	78	4.8	北	10.2	北		
00:40	0.0	6.2	80	5.0	北	10.7	北北東		
00:50	0.0	6.0	82	4.7	北	11.0	北		
01:00	0.0	6.2	80	4.8	北	10.7	北北西		
01:10	0.0	5.9	82	4.8	北	12.2	北北西		
01:20	0.0	5.8	83	4.7	北	10.2	北北東		
01:30	0.0	5.9	82	5.1	北	10.8	北北東		
01:40	0.0	5.8	83	4.4	北	8.6	北北東		
01:50	0.0	5.9	86	5.5	北	11.9	北北西		
02:00	0.5	5.4	90	5.9	北	13.3	北北西		
02:10	0.0	5.5	87	6.0	北	11.0	北北東		
02:20	0.0	5.5	86	5.1	北	10.4	北北東		

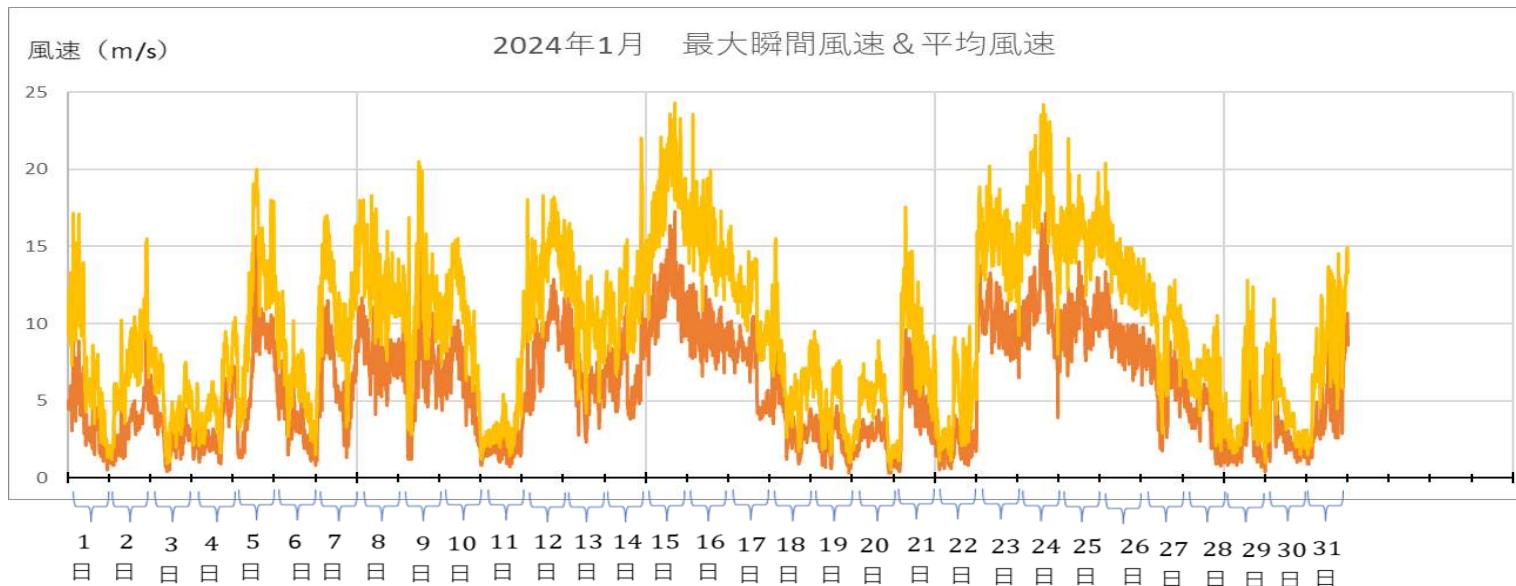
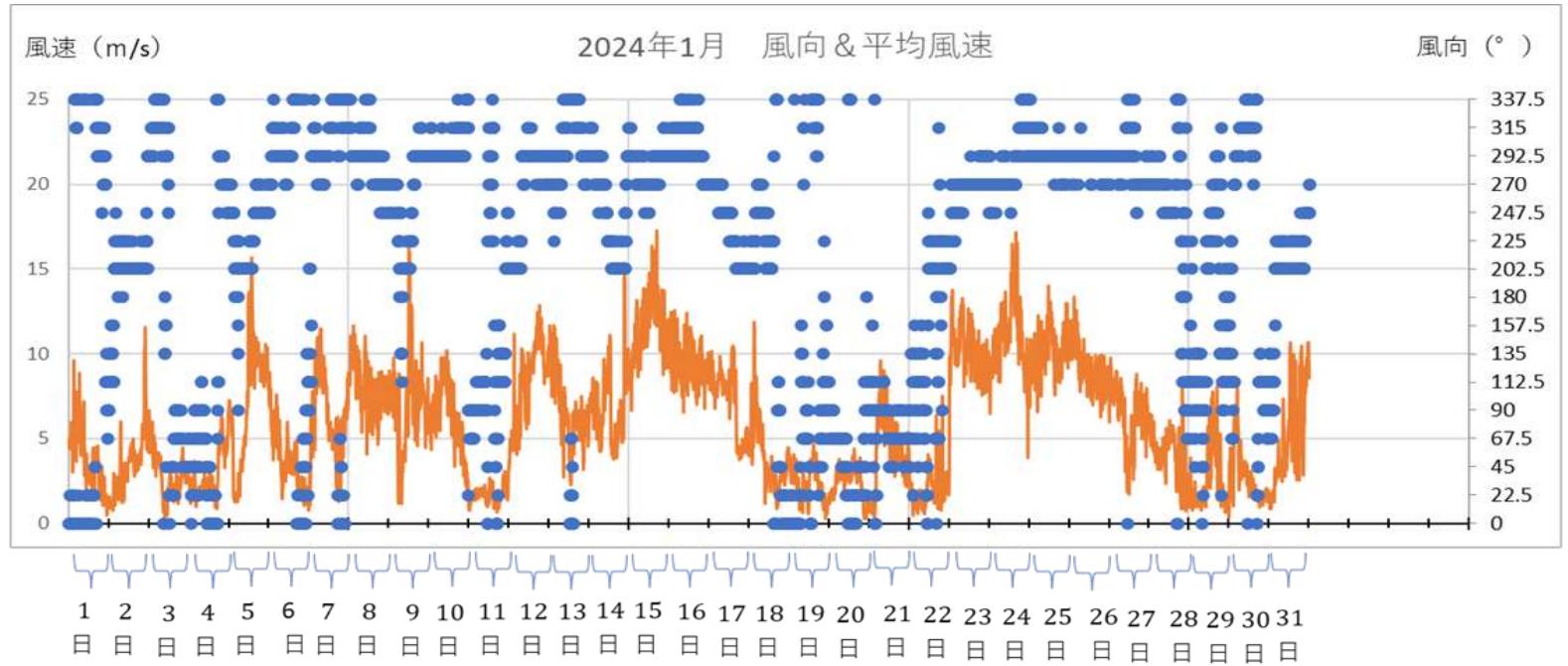


10分ごとの値を使用し、それを基に気温、降水量、平均風速、風向、最大瞬間風速のグラフを作成。それぞれのグラフを比較する。



2024年1月の結果





調査結果(主に風)

年2月28日

2024年1月1日～2025

- Wind rose、風向 & 平均風速のグラフ

年間を通して風速が比較的速い時は西や西北西(橋軸直角)の数が多くなる。また、風速の低い時は全体的にばらつきがあるが東南東(橋軸直角)や南南西(橋が架かっている向き)の風が比較的多く見える。

- 最大瞬間風速と平均風速のグラフ

年間を通して平均風速と最大瞬間風速は傾向が近似していて、平均風速のグラフの上に傾向が近似している最大瞬間風速のグラフがあることが分かった。そのため、突風やガストのような強風を受けた場合でも平均風速と同様に、西側の風が影響していると考えられる。



強風によるリスクは西側の風が影響する可能性が高い。

2、遮風壁の効果

遮風壁有の風速分布

CFD データより車道、歩道上で遮風壁有の風速分布を作成した。 $Re=1.0\times10^5$
(使用ソフト : Paraveiw)

図1や図2より上流の歩道では少し速い流れが発生するが、車道および下流側の歩道では流速が低減していることがわかる。

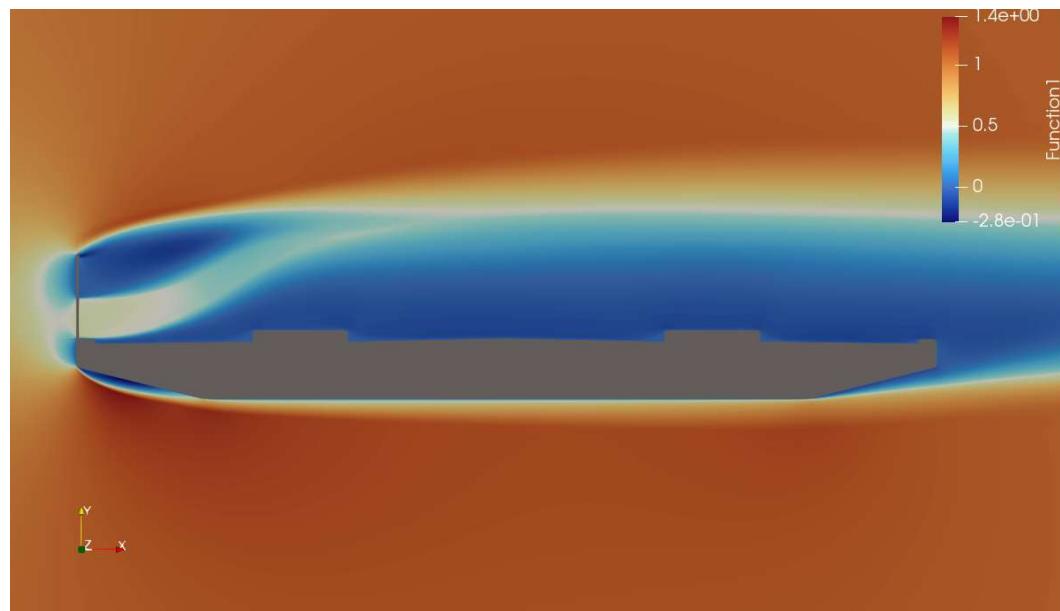


図1 CFDデータによる風速分布

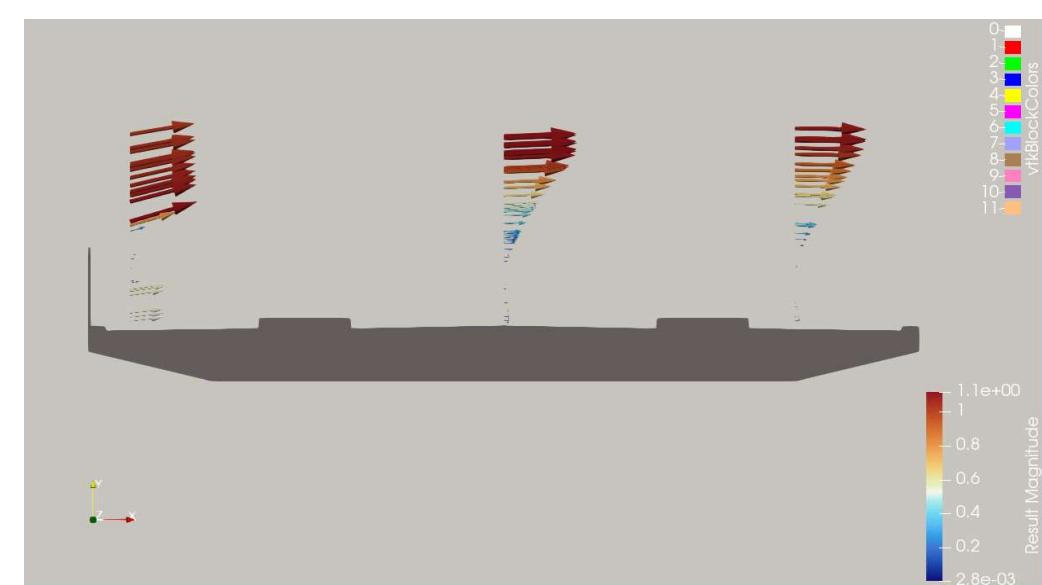


図2 CFDデータによる風速分布(ベクトル)

遮風壁無しの走行安定性

遮風壁なしのケースで、強い横風時の走行安定性についてまとめ

る車体に作用する横力、ヨーイング等

(路面凍結下)横力によるスリップの可能性

静的

ガストによるぶれ、車線のはみだ

動的

2、遮風壁の効果

車体に作用する横力と風速の関係

表1：4種類の車両の交通安全解析に用いたパラメータ
(セダン、大型バス、軽自動車、コンテナトラック)

Vehicles	Saloon car	Coach bus	Mini car	Container truck
$m(\text{kg})$	1140	7100	965	17340
$A(\text{m}^2)$	2.05	5.55	2.3	8.89
$H(\text{m})$	1.423	2.9	1.895	4.29
$B(\text{m})$	1.7	2.25	1.475	2.48
$L(\text{m})$	2.656	4.29	2.35	12.4
C_D	0.35	0.8	0.45	0.9
$K_{CL}(1/\text{deg})$	0.02	0.04	0.04	0.04
$K_{CS}(1/\text{deg})$	0.034	0.18	0.071	0.18

A：正面投影面積、H：車両の高さ、B：幅、L:長さ、CD：抗力係数、
 K_{CL} :揚力係数、 K_{CS} :横力係数のヨー角に対する変化率

参考文献：TRAFFIC SAFETY ON LONG BRIDGES IN STRONG WIND PRONE AREAS.

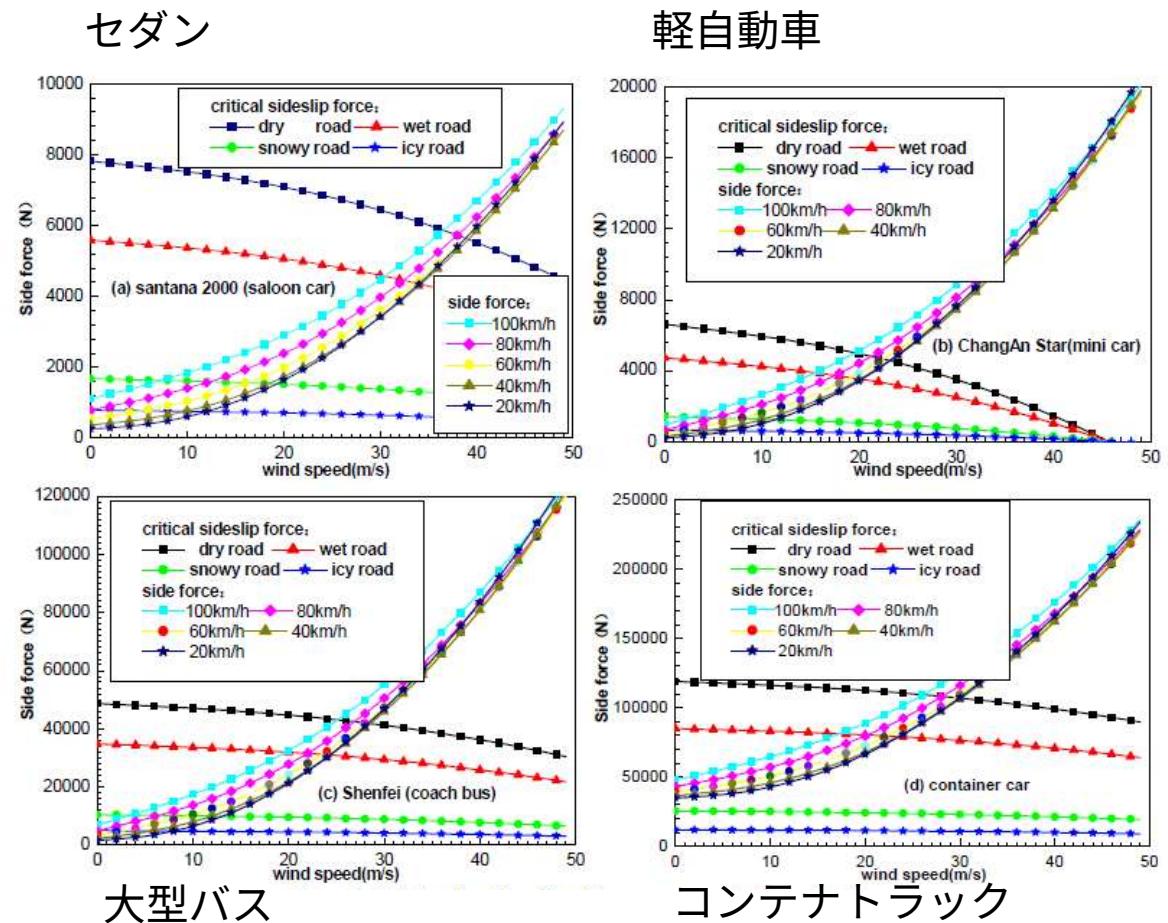


図3：4種類の車両について、横力と風速の関係図

2、遮風壁の効果を定量的に評価する。

セダン型乗用車

大型バス

軽自動車

コンテナトラック

Vehicles, road situations and moving speed		100(km/h)	80(km/h)	60(km/h)
Saloon cars	Dry road surface	36.5	38.0	39.0
	Wet road surface	30.5	32.5	34.0
Coach buses	Dry road surface	25.0	27.0	28.0
	Wet road surface	19.5	22.0	23.5
Mini cars	Dry road surface	19.5	21.3	22.5
	Wet road surface	15.5	17.5	19.0
Container trucks	Dry road surface	26.0	28.0	29.5
	Wet road surface	17.0	20.0	22.0

図4 車種による臨界風速

図3より地面が乾いている時と濡れている時に車両が横風を受けて安定性を失い、横滑りを起こす可能性が高まる風速を上記の図4に示す。

まとめ・課題

1、近隣の気象データの取集・分析

- ・年間を通して風速が早くなると風向は西や西北西(橋軸直角)の数が多くなる。
- ・強風によるリスクは西側の風が大きく影響している。

2、遮風壁の効果

遮風壁有：風速分布より、上流の歩道では少し速い流れが発生するが、車道および下流側の歩道では流速が低減していることがわかる。

遮風壁無し：交通安全性は、風速や走行速度の増加に伴い低下する。また、軽自動車は濡れた地面の場合、19m/s の風速を横から受けると制御不能になるため遮風壁がない由利橋で強風が吹いた場合には横転する可能性がある。

これからやるこ

- と
- ・遮風壁無しの風速分布の作成、遮風壁無しの動的走行安全性
 - ・3遮風壁有無による通行止めリスク＆ユーザーリスクの評価。
 - ・4横風によるユーザーリスク、通行止めリスクや斜張橋を採用したことによる影響を考察。