

# 新湊大橋の耐風対策



2013年9月26日

長岡技術科学大学名誉教授 長井 正嗣

# 土木学会田中賞(作品部門)受賞

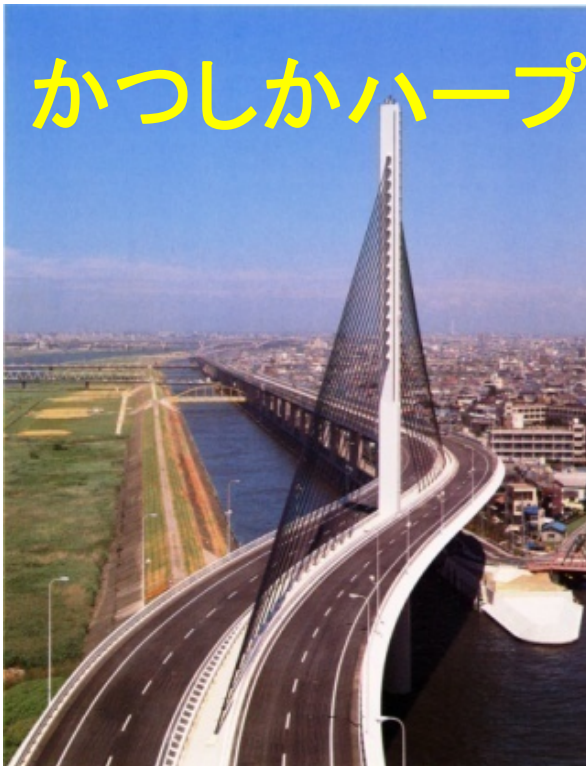
田中賞:1966年創設



田中 豊先生(1888-1964)  
(東大卒, 鉄道院, 東大教授)

- ・関東大震災後の復興  
(隅田川の永代橋, 清州橋他)
- ・新潟の万代橋

かつしかハープ橋



多々羅大橋

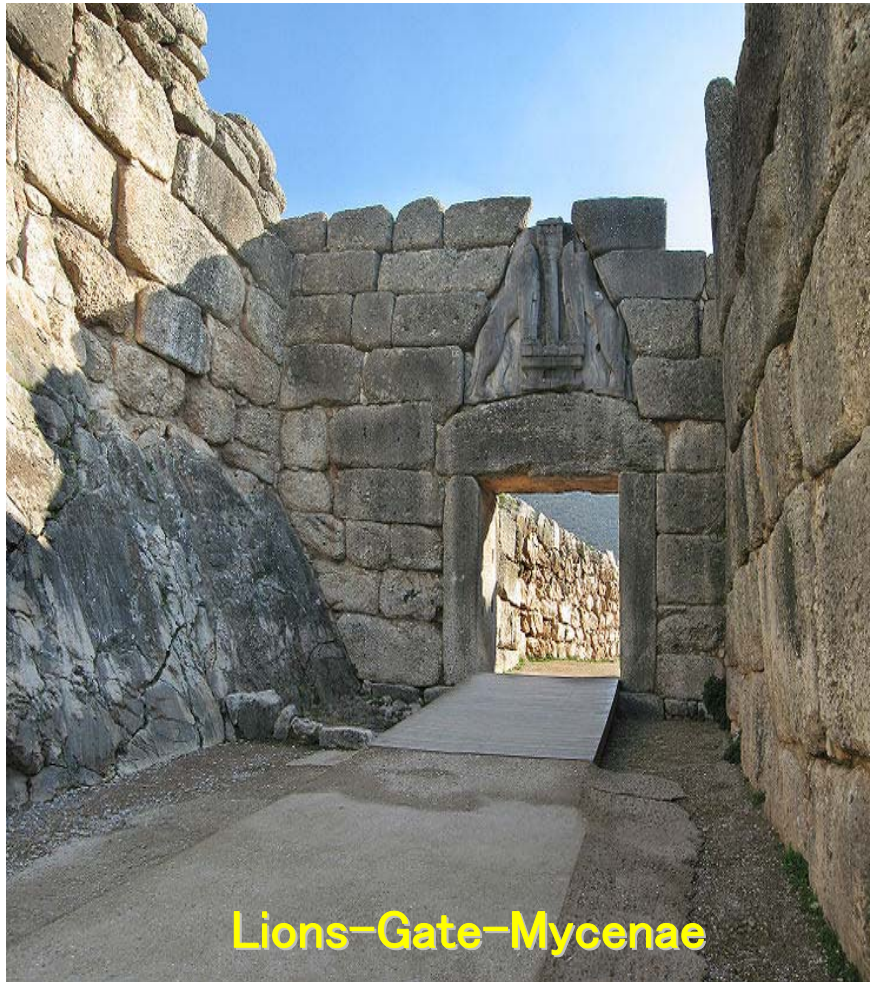


新湊大橋



# 橋の歴史とタイプ

# 古代ミケーネ時代(1450-1150 BC)



Lions-Gate-Mycenae

ミケーネの獅子門



現存する最古の橋の一つ  
Arkadiko Bridge  
1300-1190 BC



コロッセウム(右上方)とクラウディア水道橋(復元模型)

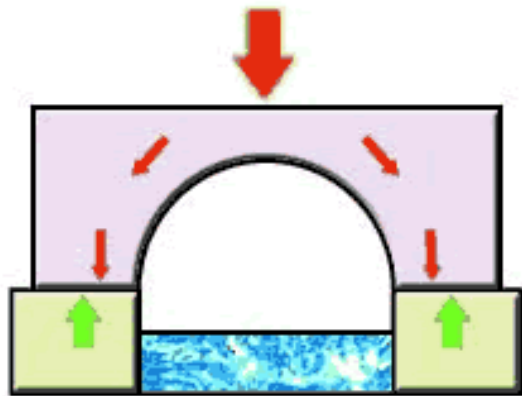
# 古代ローマはアーチ橋全盛の時代



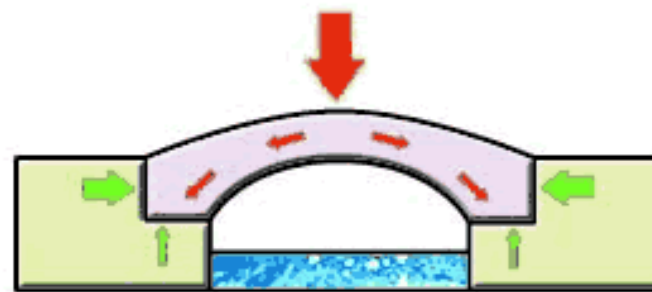
ローマの水道橋(ガール水道橋)  
BC18年完成。



ポン・ヌフ  
・パリのセーヌ川(16世紀)



円形アーチ



扁平アーチ



ポン・デュ・ガール橋  
(ニーム, フランス)



セゴビアの水道橋  
(セゴビア, スペイン)



# 家が建っているのが一般的だった中世の橋



リアルト橋(ベネチア)  
1591年



ベッキオ橋(フィレンツェ)  
1345年再建

# ヨーロッパ最古の木の橋「カペル橋」



1367年架橋, 1994年に火事で焼失(再建)

# アイアンブリッジ(鉄[鑄鉄]のアーチ橋)



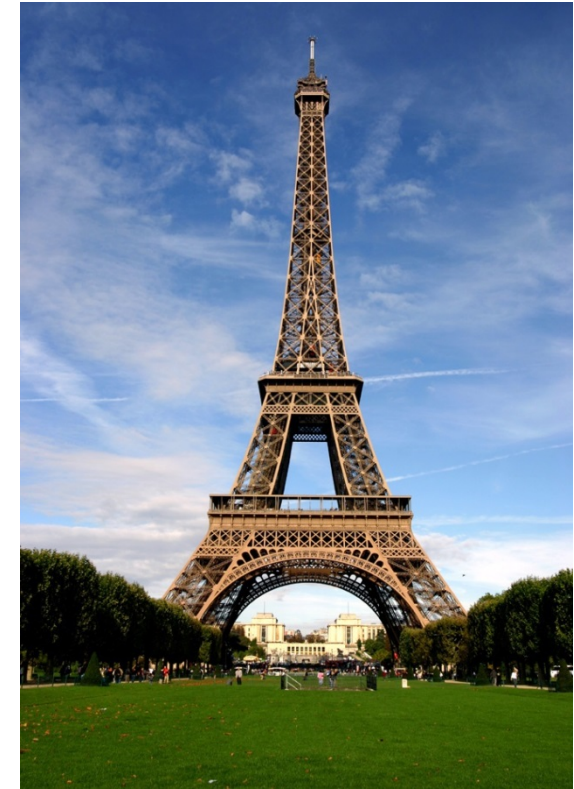
(1779年完成)

産業革命のシンボル

# それから100年後



エッフェル塔(パリ)→  
[1889]



←ブルックリン橋(NY)  
[1883]

{RC設計の考えが  
この頃提案}

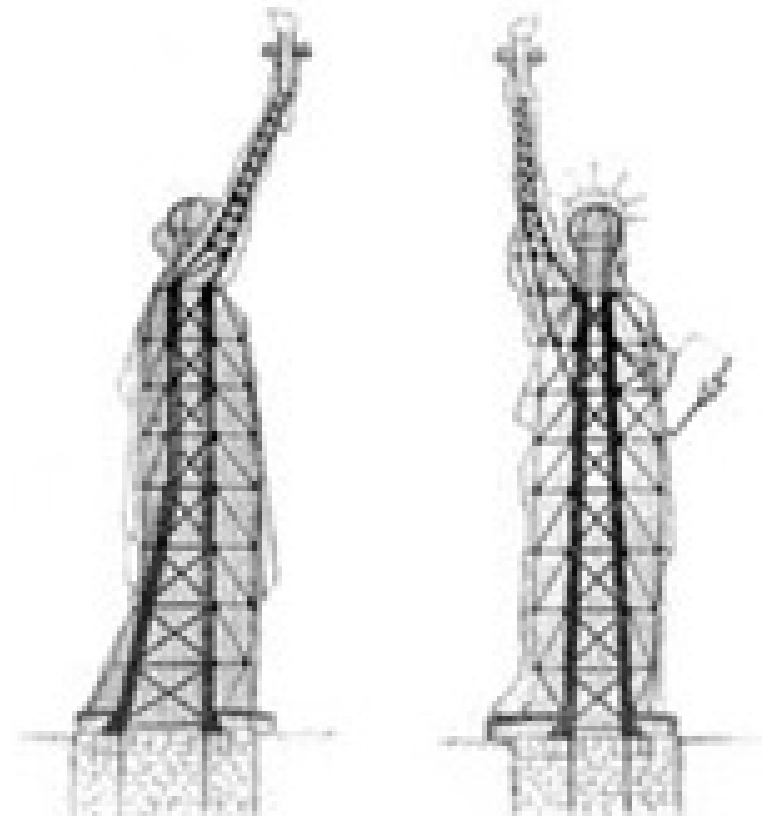
# さらに50年後

ゴールデンゲート橋→  
(サンフランシスコ)

[1937年]



**アレクサンドル・ギュスターブ・エッフェル**  
**(Alexandre Gustave Eiffel) (1832~1923)**  
**「鉄の魔術師」構造エンジニア、エッフェル塔の設計者**





**Long Bien Bridge,  
Hanoi, Vietnam 1903**  
橋長; 2,500 m  
当時、アジア最長の橋



江戸時代の橋

日本三大奇橋

石橋

# 【日本の記録上最古の橋】（日本書紀）

\* 景行天皇の時代:

・御木のさ小橋

(みきのさおはし)

(現在の大牟田市)

巨大な倒木による丸木橋と  
されている。

\* 仁徳天皇の14年:

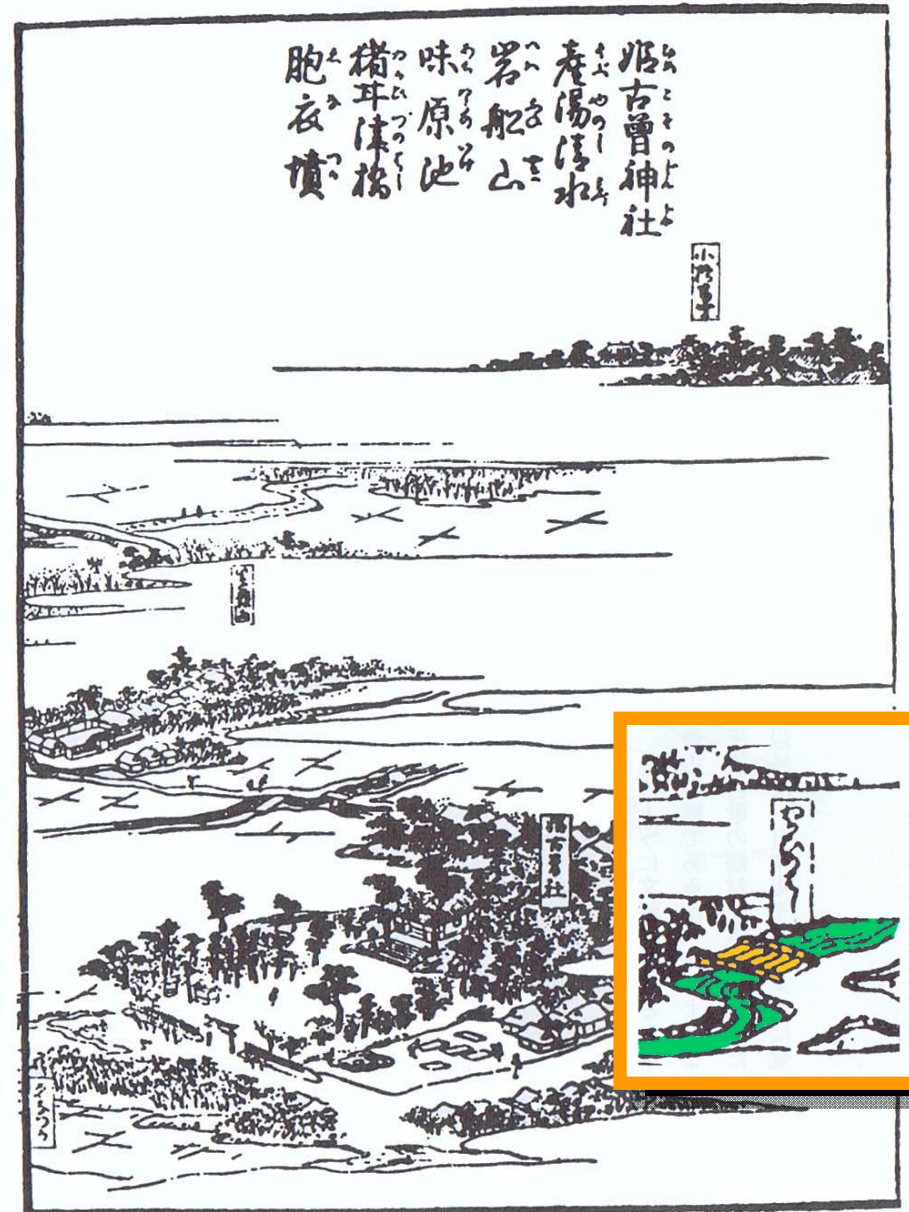
・猪甘津橋

(いかいつのはし)

(現在の大阪市)

人工の最古の橋

摂津名所図会卷之三、  
寛政八年(1797年)刊







# 三大奇橋



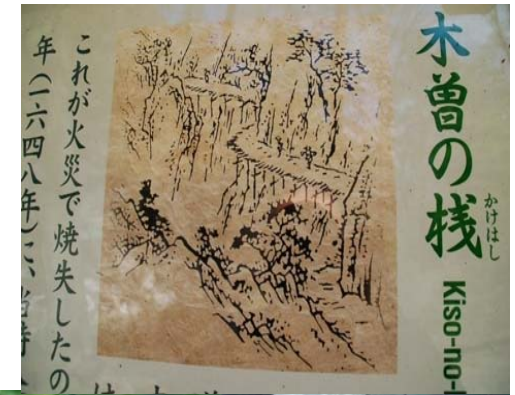
錦帯橋(岩国)



猿橋(大月)



かずら橋



木曾の棧跡

# 石橋

長崎眼鏡橋



通潤橋(熊本県)

諫早眼鏡橋



# 橋のタイプ

- ・桁橋
- ・ラーメン橋
- ・トラス橋
- ・アーチ橋
- ・斜張橋
- ・吊橋

# 桁橋



←現存する日本最古の桁橋,明治橋(1902)

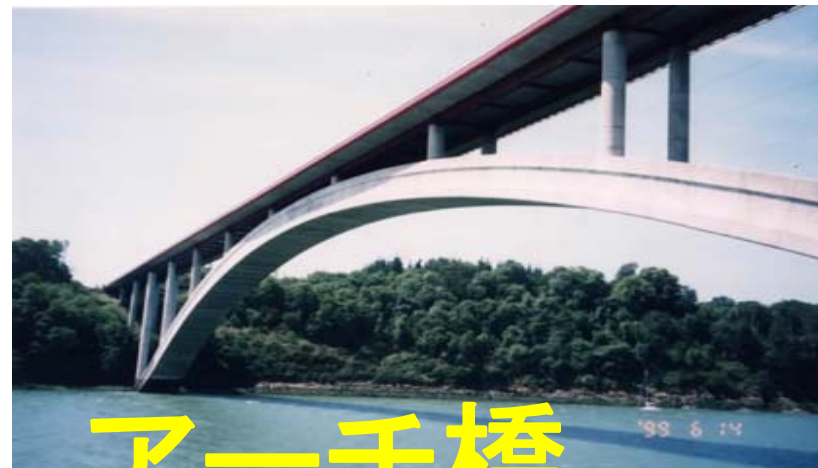
日本最初の鉄橋[鍊鉄]

長崎県,くろがね橋(1868年[輸入])



スパンが長くなってくると

トラス橋



アーチ橋



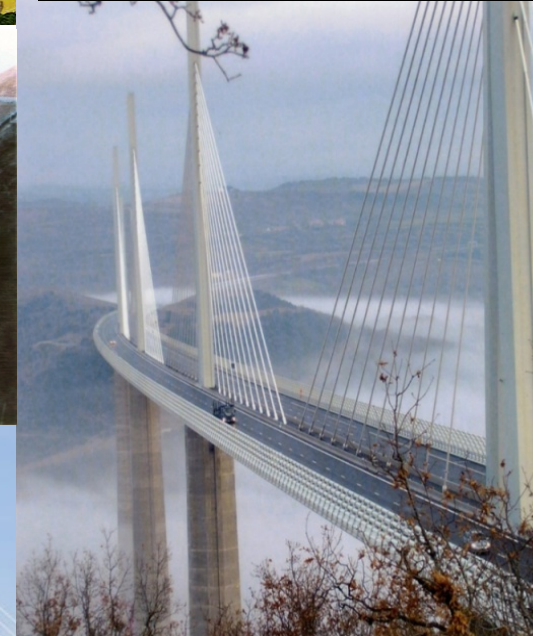
浮体橋



さらに長くなると  
斜張橋



890m(日本最長)



1102m(世界最長)

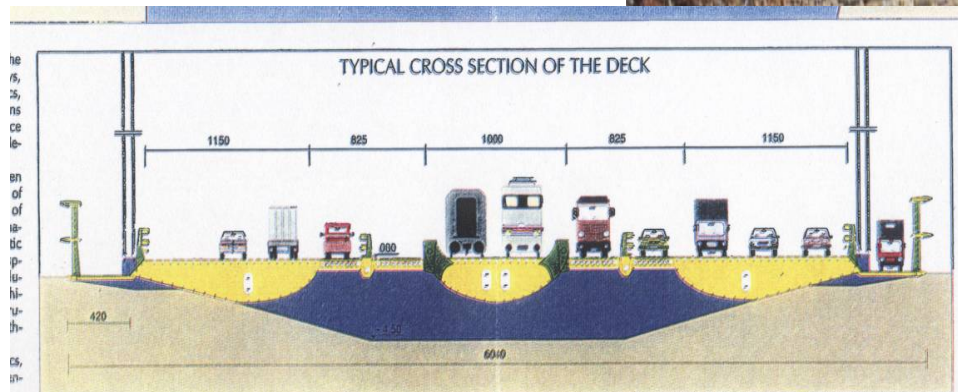


明石海峡大橋(1991m)



# 吊橋

メッシナ海峡大橋[案](3300m)





# 架設工法(張出架設)



↑ムバラク橋  
(エジプト)



# 橋の大事故

大事故の(30年)周期説

# 大事故の(30年)周期説

1879年 ティ橋(UK)

(完成した年の冬)

風(静的)

1907年 ケベック橋(カナダ)

(架設中)

鋼柱の座屈

1940年 タコマナローズ橋(USA)

(完成して4ヶ月)

風(動的)

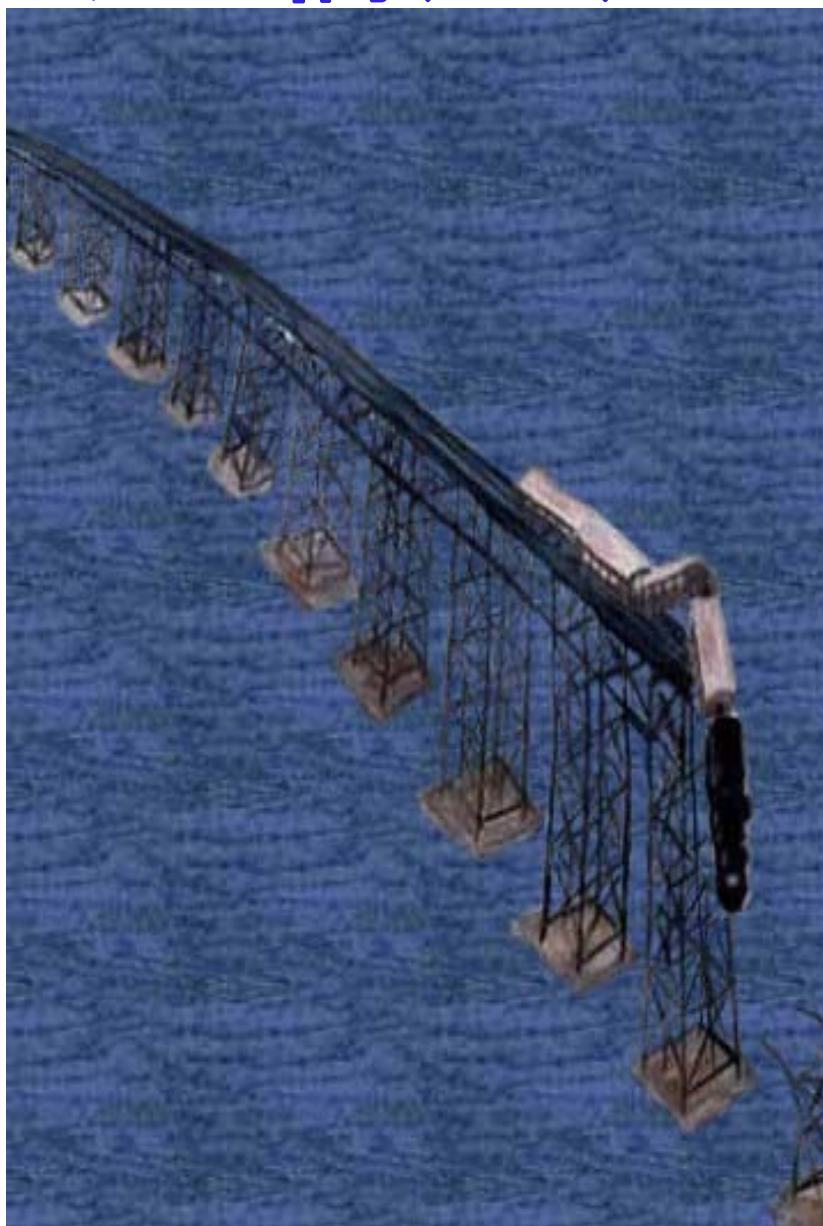
1970年 箱桁橋、4橋(欧州他)

(架設中)

鋼板の座屈

2000年 ???

# テイ橋(UK)



現在の  
テイ橋→



# タコマナローズ橋

フラッター(flutter)

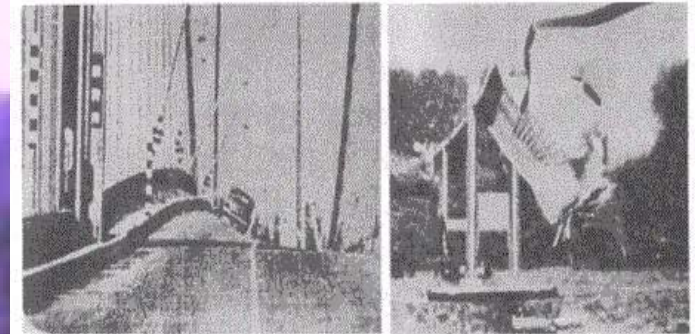


写真1 タコマ橋の振動

写真2 タコマ橋の破損

↓ 再建(1950)

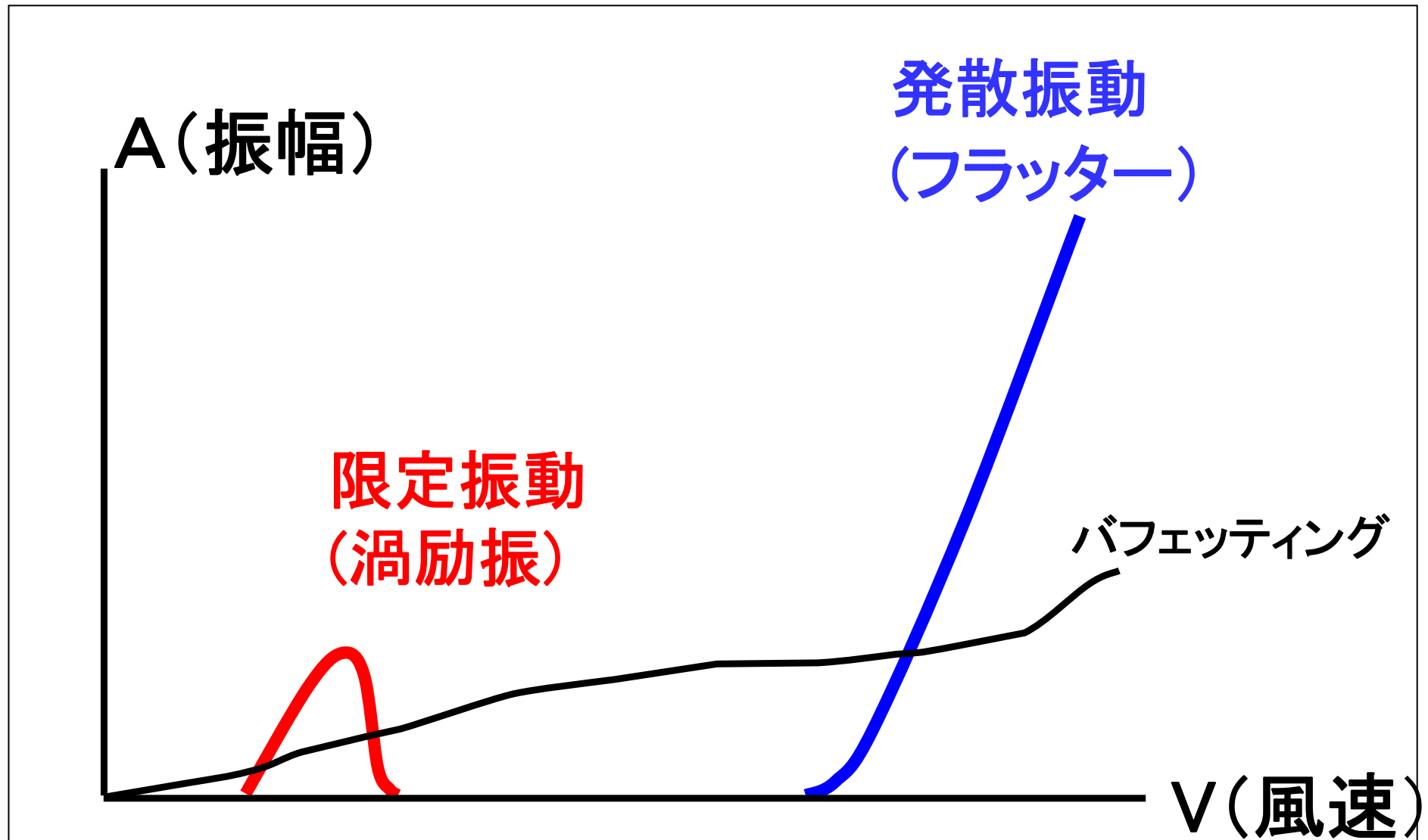
未知領域に挑戦する危険!!



**橋の風による振動**

**と制振対策**

# 風による構造物の動的応答

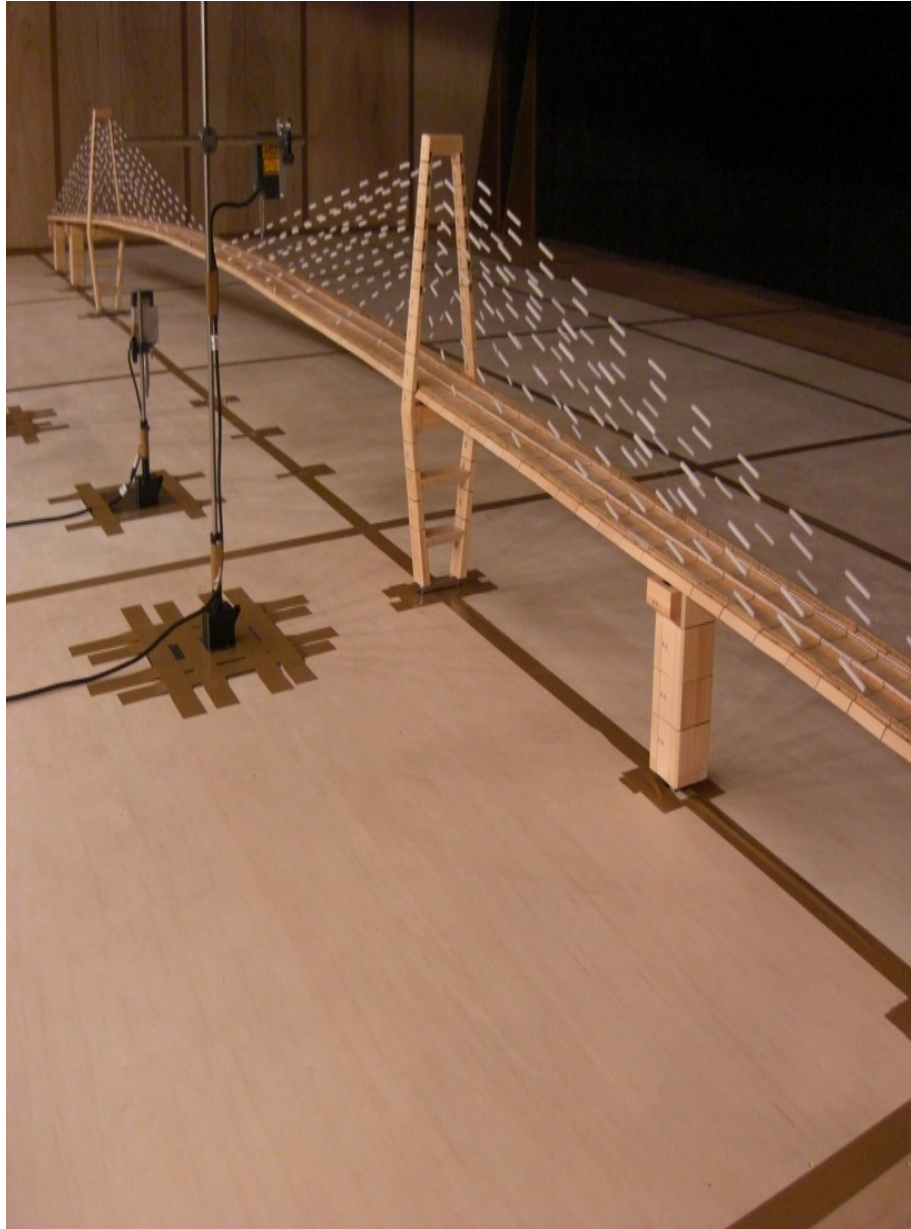


# 風洞実験(部分模型)





# 風洞実験(全橋模型)



# 振動(制振)対策

## 1) 機械的方法

### a) 受動タイプ(passive-type)

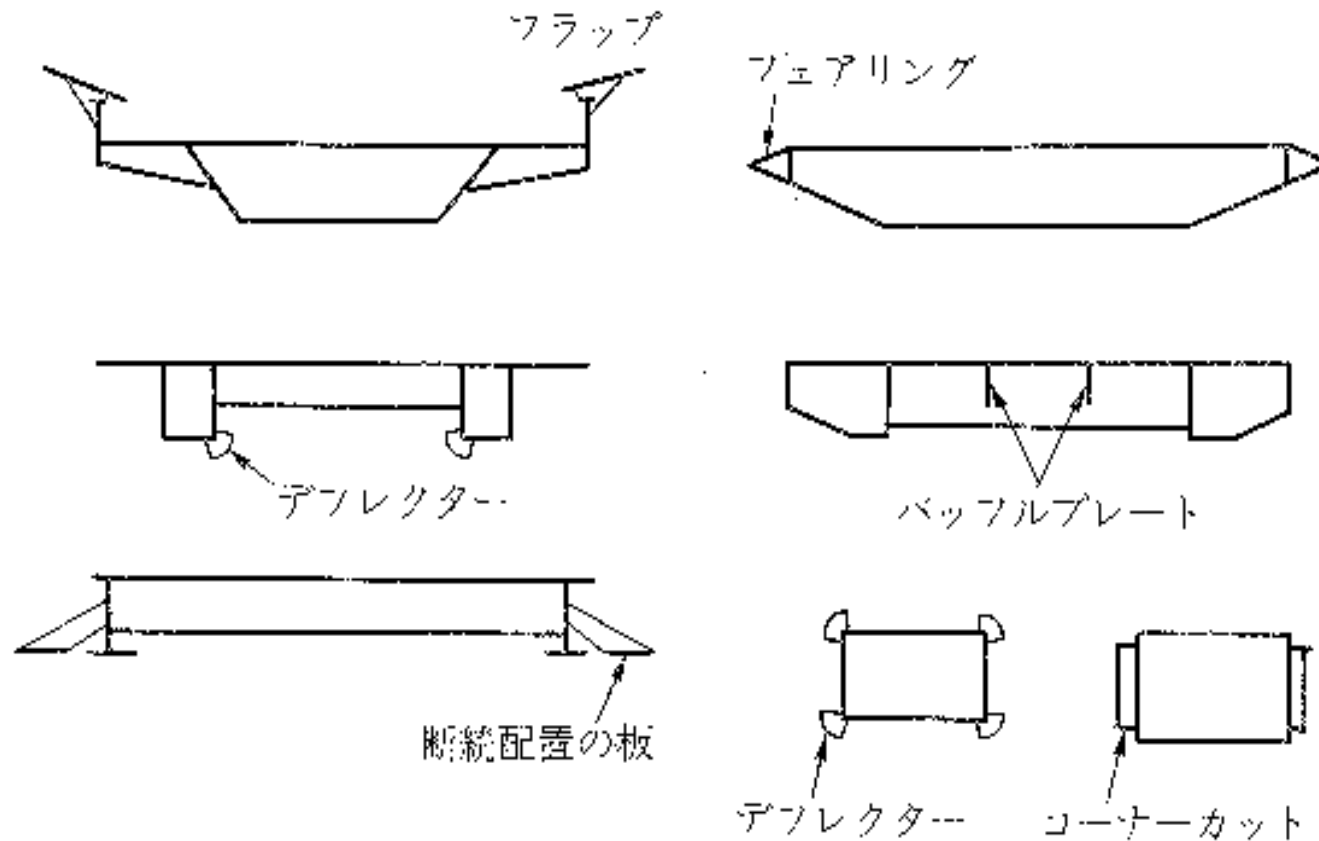
- ・減衰付加(非同調型)[←ケーブル]
- ・TMD(同調型)

### b) 能動タイプ(active-type)

**xxx[←Y]**: 新湊大橋のY部材に使った対策

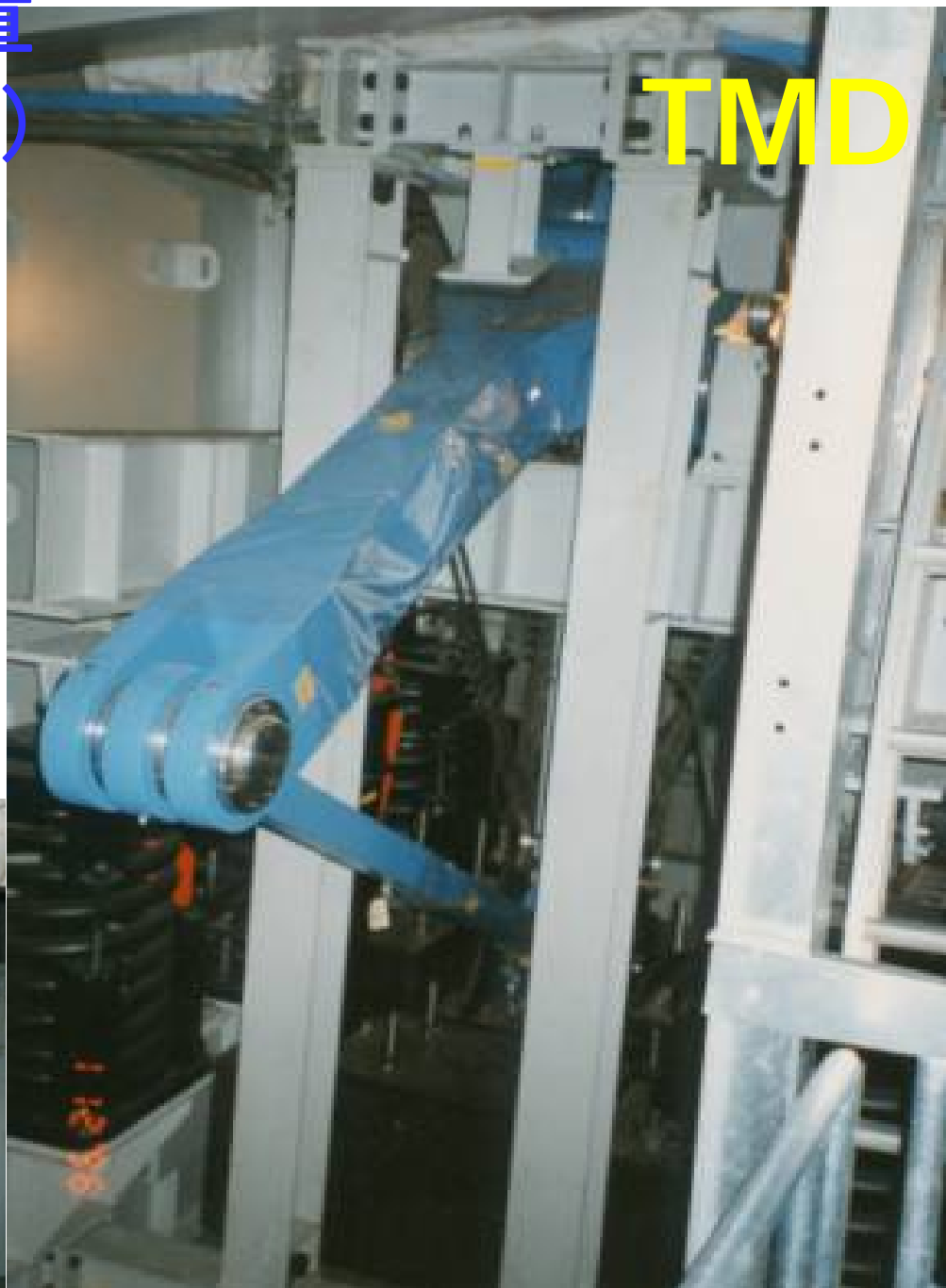
## 2) 空気力学的対策

フェアリング[←桁], フラップ[←桁],  
デフレクター, コーナーカット[←塔]



xxx[←Y]: 新湊大橋のY部材に使った対策

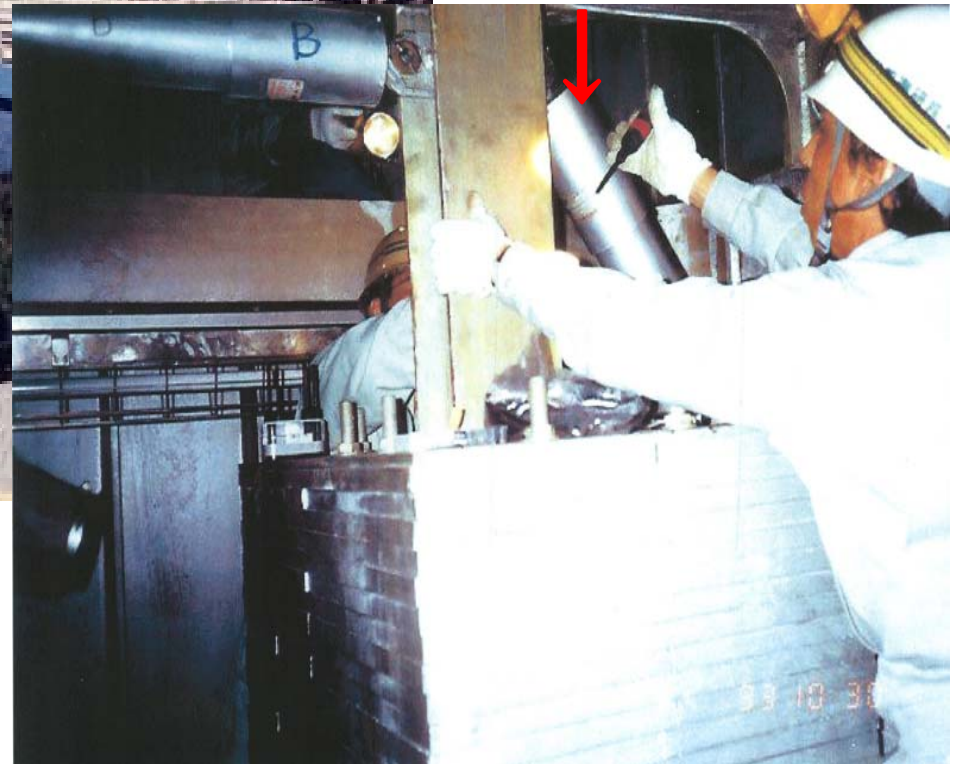
# 16個のダンパー設置 (1次,2次モードに対応)





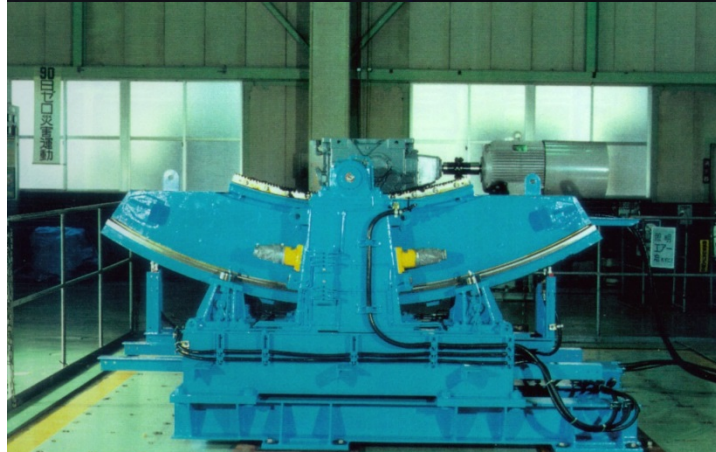
花畔大橋  
(北海道開発局)

油圧ダンパー

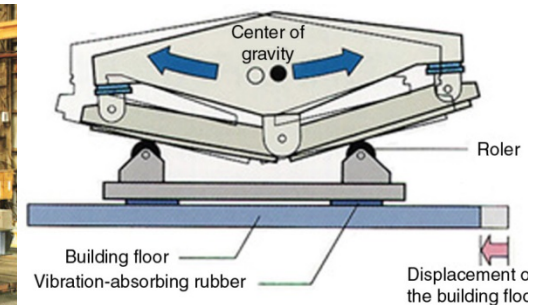
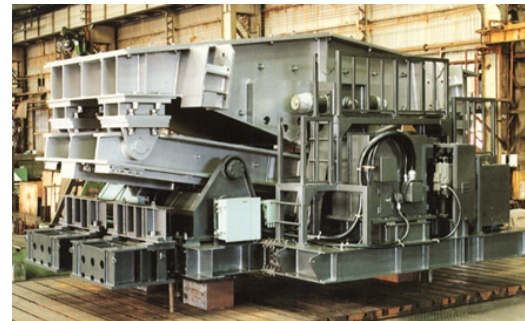


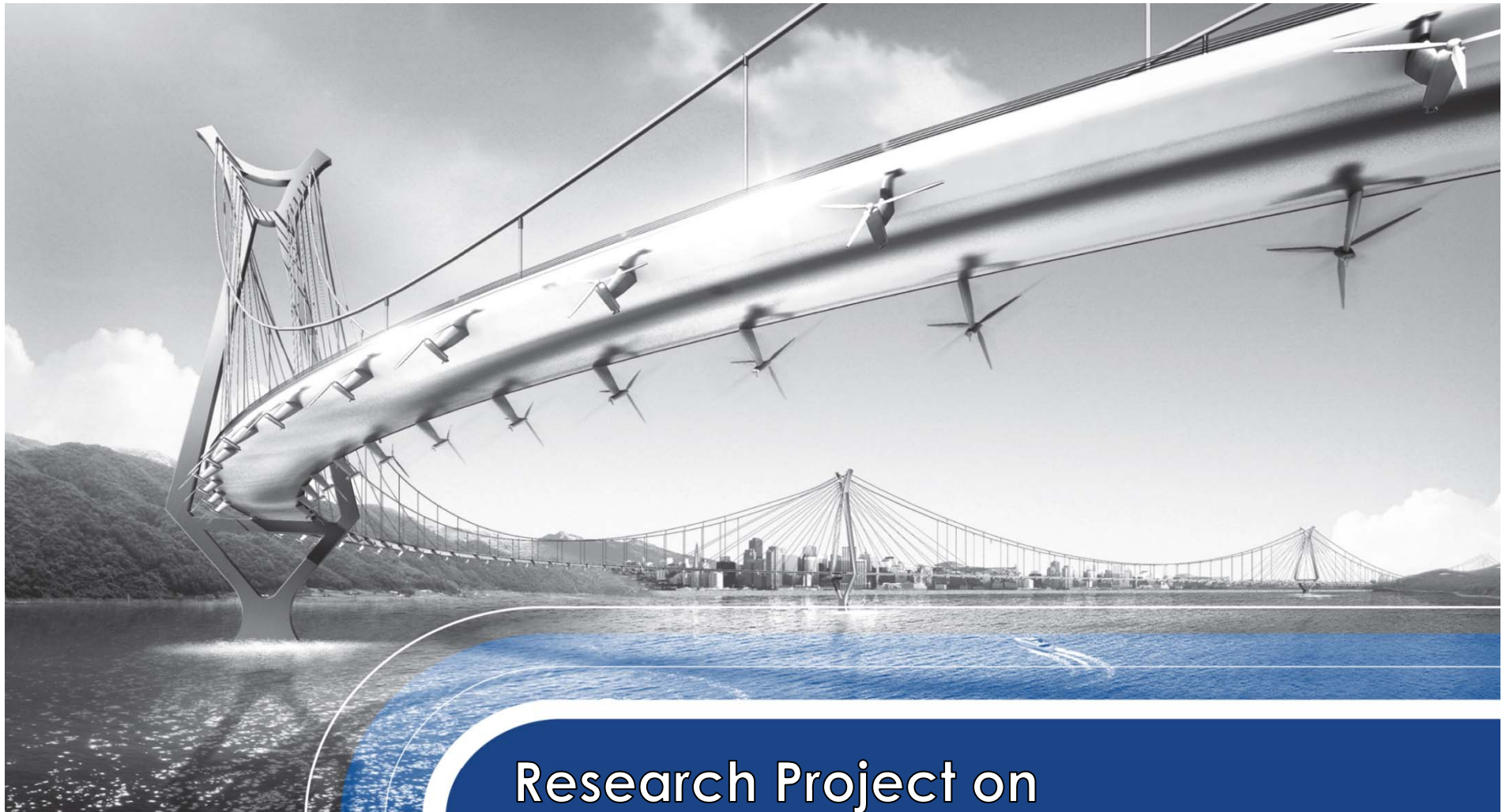
# Active Damperの例

レインボーブリッジ (1991)



新宿パークタワー(1994)





Research Project on  
**Super-long Span Cable Bridge**

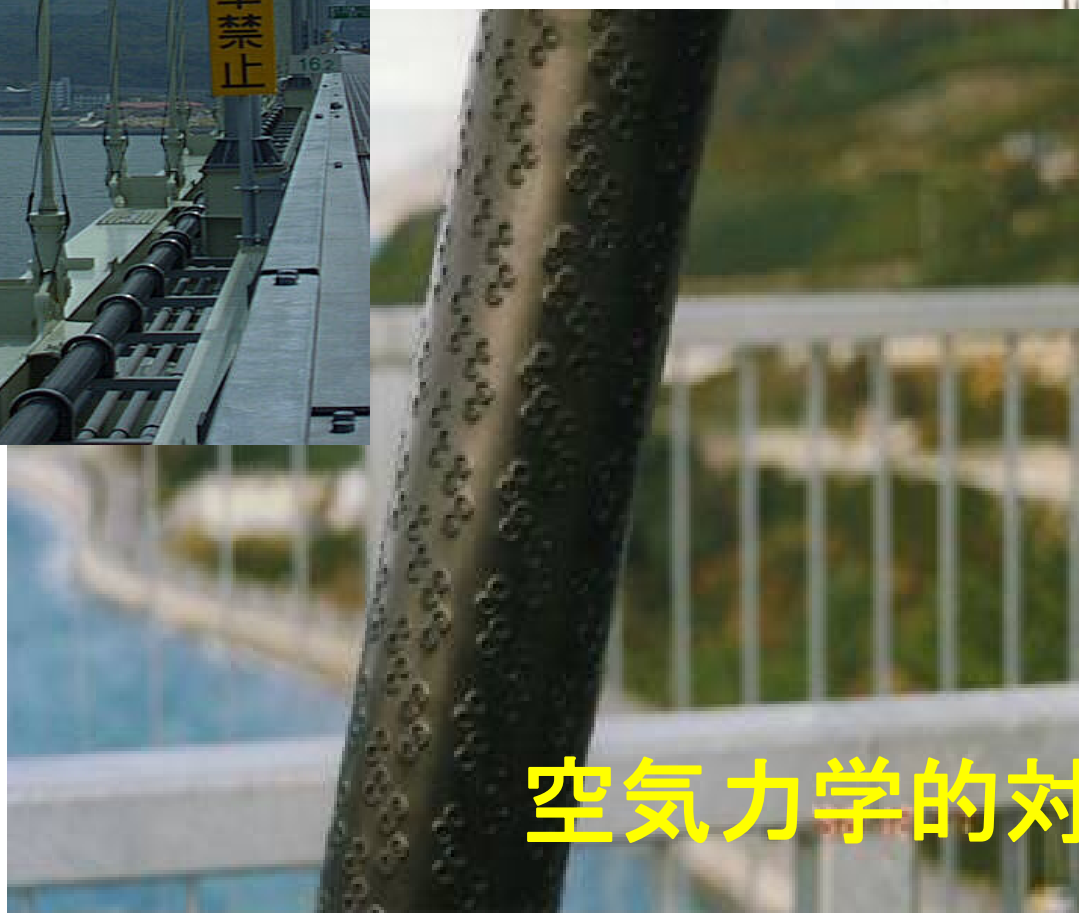
韓国長大橋開発PJ [研究費: **80億円** (2009-2015)]



***3<sup>rd</sup> Bosphorus  
Bridge***



# ケーブルの振動対策



空気力学的対策



粘性ダンパー



油圧ダンパー



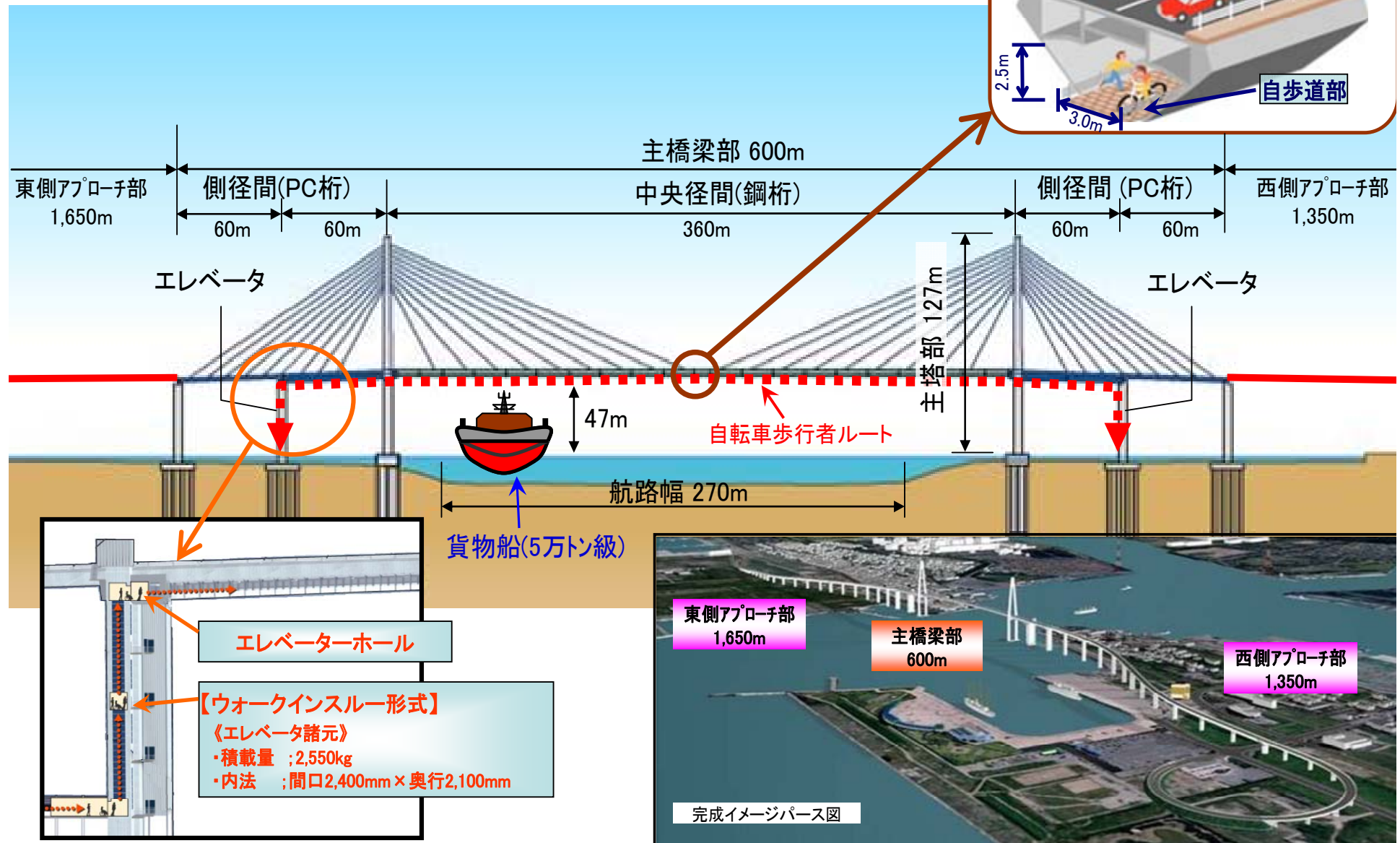
↓ 高減衰ゴムダンパー(新湊大橋)



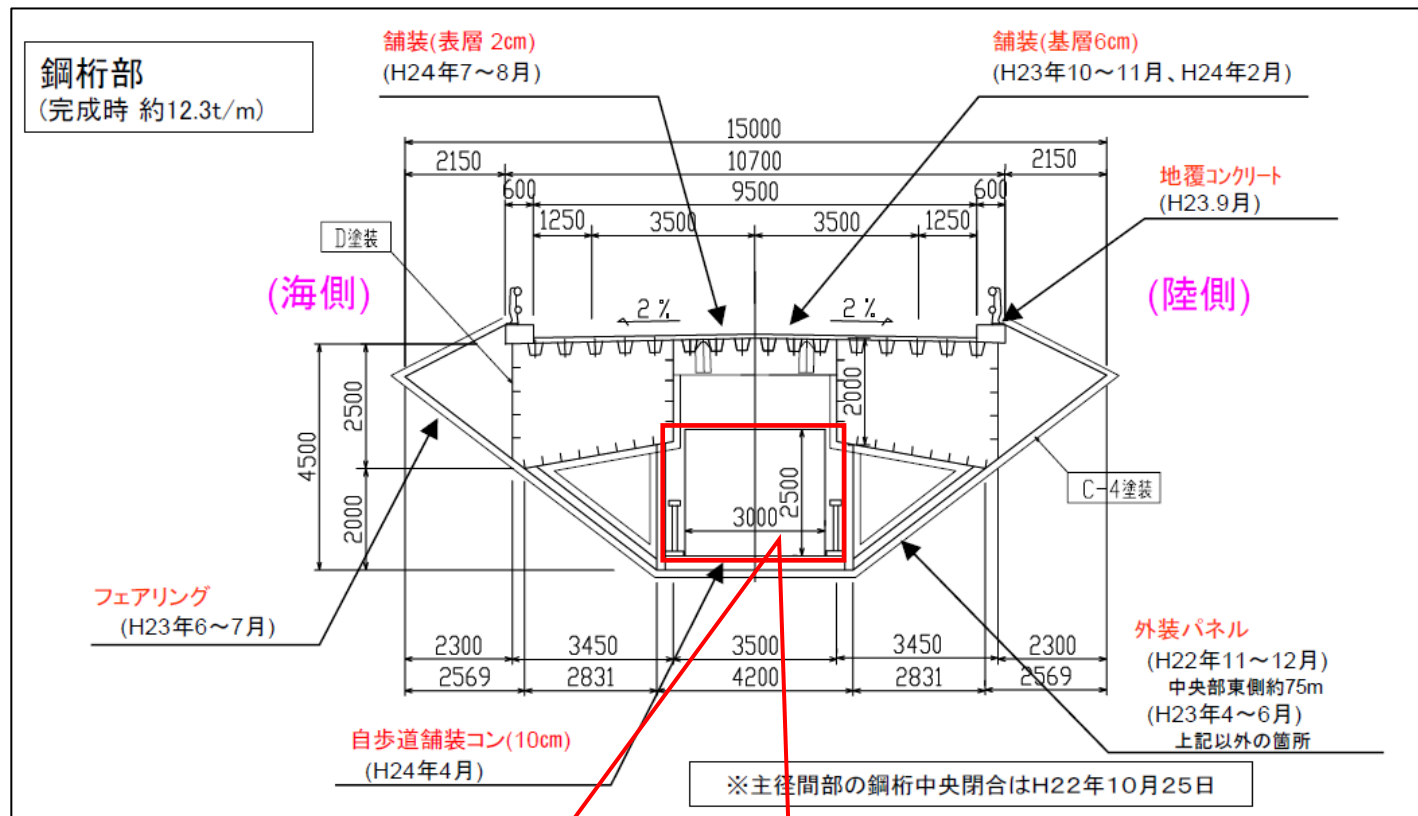
# 新湊大橋の耐風対策

# 新湊大橋(主橋梁部)

複合斜張橋, マルチケーブルタイプ



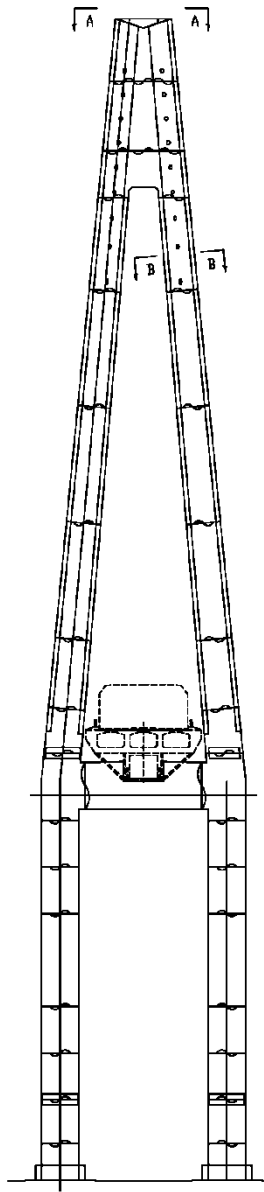
# 主桁断面



# 歩道部

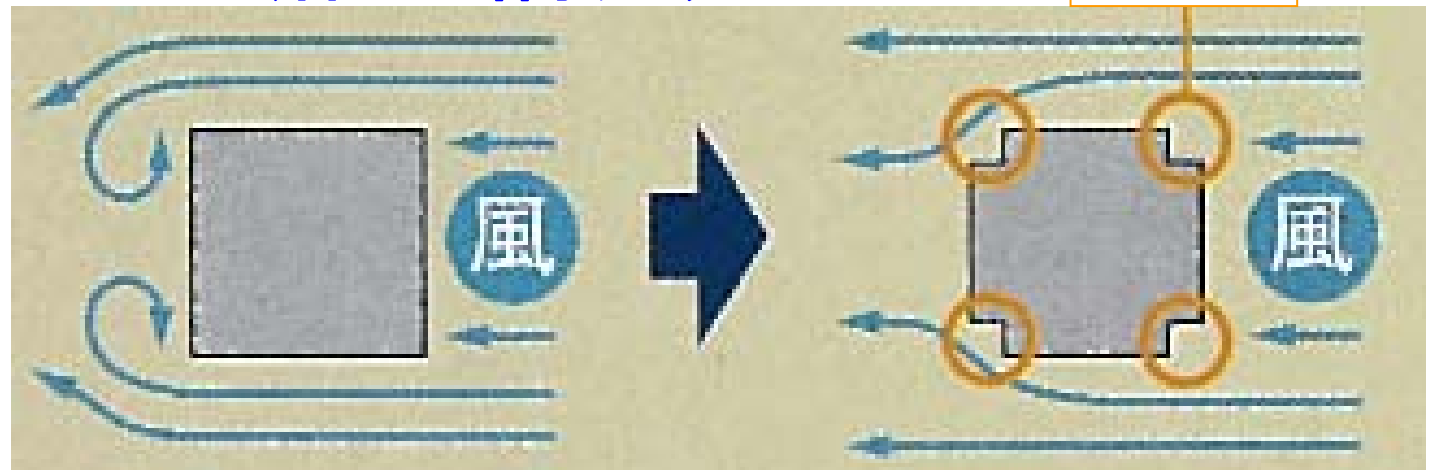


# 塔形状と断面



## B-B断面の隅切り

隅切り



# 主桁と主塔の連結(レベル2)



制震ダンパー

# 塔の一括架設



↑ 主塔下部(P22)の  
大ブロック架設



← 主塔上部(P22)の  
大ブロック架設



# 張出架設



中央径間部の主桁の直吊り

# 9月22日の開通式典

東側より  
西側を望む



西側より東側を望む

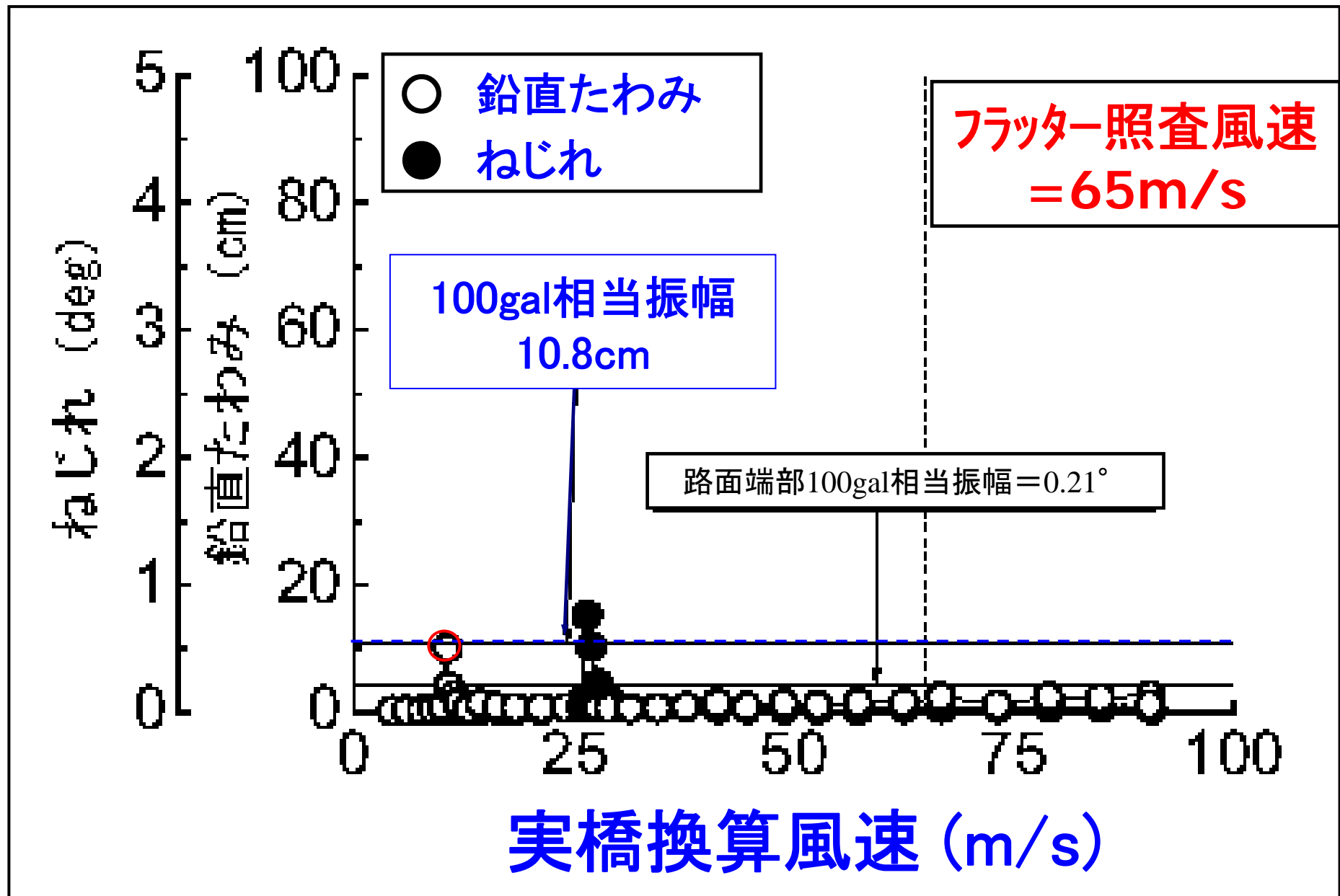


# 主桁の耐風設計

H23.11.30発振(渦励振)確認

H23.11.30-H25.3.1(16か月)で,約60回観測

# 風洞実験結果(H14)



# 対策案

対策案		第1案:『フラップ』案	第2案:『フラップ+桁下導流板』案	第3案:『TMD』案
概略図				
概要		桁上部に『フラップ』を設置して耐風性を向上させる案。	桁上部に『フラップ』、桁下部に『桁下導流板』を設置して耐風性を向上させる案。	中央径間センター付近の主桁(BOX桁間)に『TMD』を設置することで構造減衰を付加させて、桁の振幅幅を抑える案。
安全性		○	○	○
施工性		○ 上面側施工	△ 下面足場必要	△ 施工期間長
経済性	初期費用(比率)	1.00	1.37	1.20
	維持管理費(比率)	1.00 橋梁本体を100年設計とし、フラップは50年に1度の塗装塗り替えを見込む。 注: 定期点検は橋梁点検と同時に行うため、増加費用は未考慮。	1.60 橋梁本体を100年設計とし、フラップ、桁下導流板とも50年に1度の塗装塗り替えを見込む。	4.40 橋梁本体を100年設計とし、5年に1度TMDの振動計測、30年に1度のダンパー鋼管を見込む。 注: 定期点検は橋梁点検と同時に行うため、増加費用は未考慮。
	LCC(比率)	1.00	1.39	1.44
維持管理性		○ 上面側点検	△ 点検車必要	△ 点検作業大
総合評価		(推奨案)		

**総合評価で優れた「フラップ案」とする。**

# 対策：フラップ



北側

南側

# 歩道の開通式



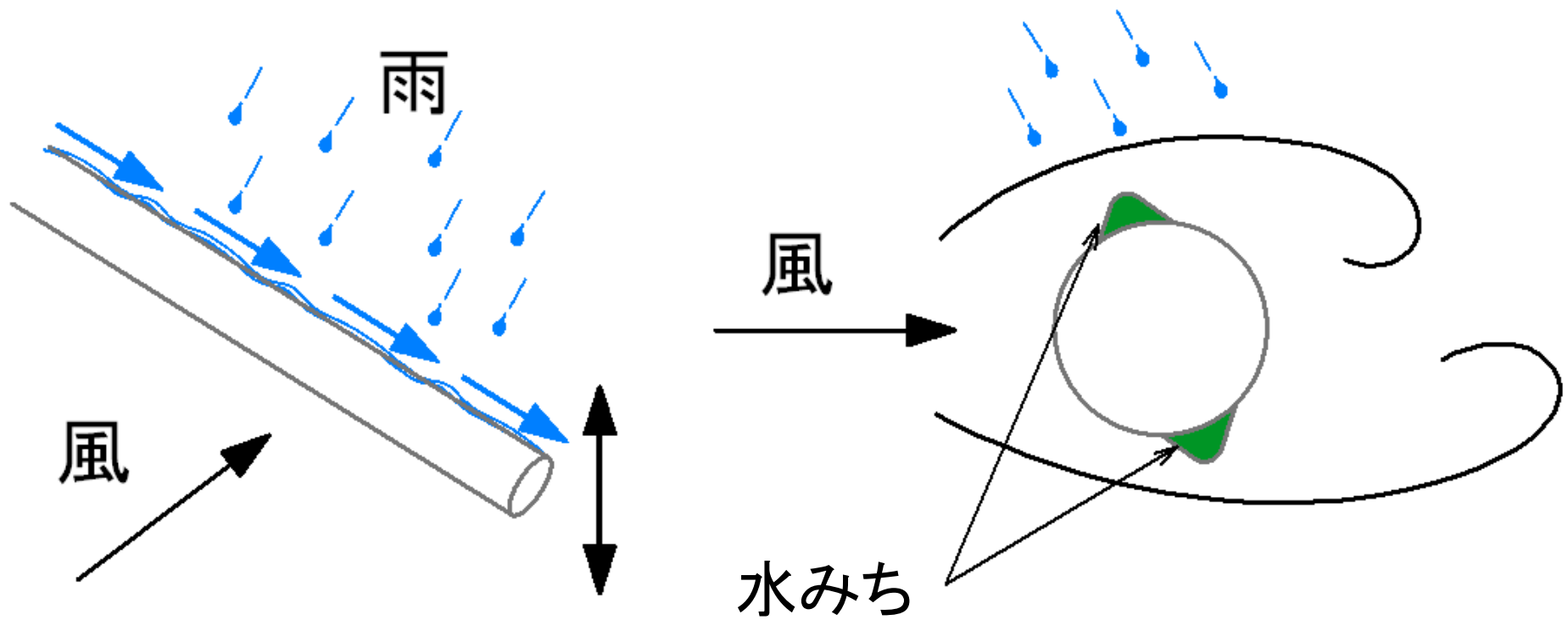
# ケーブル振動



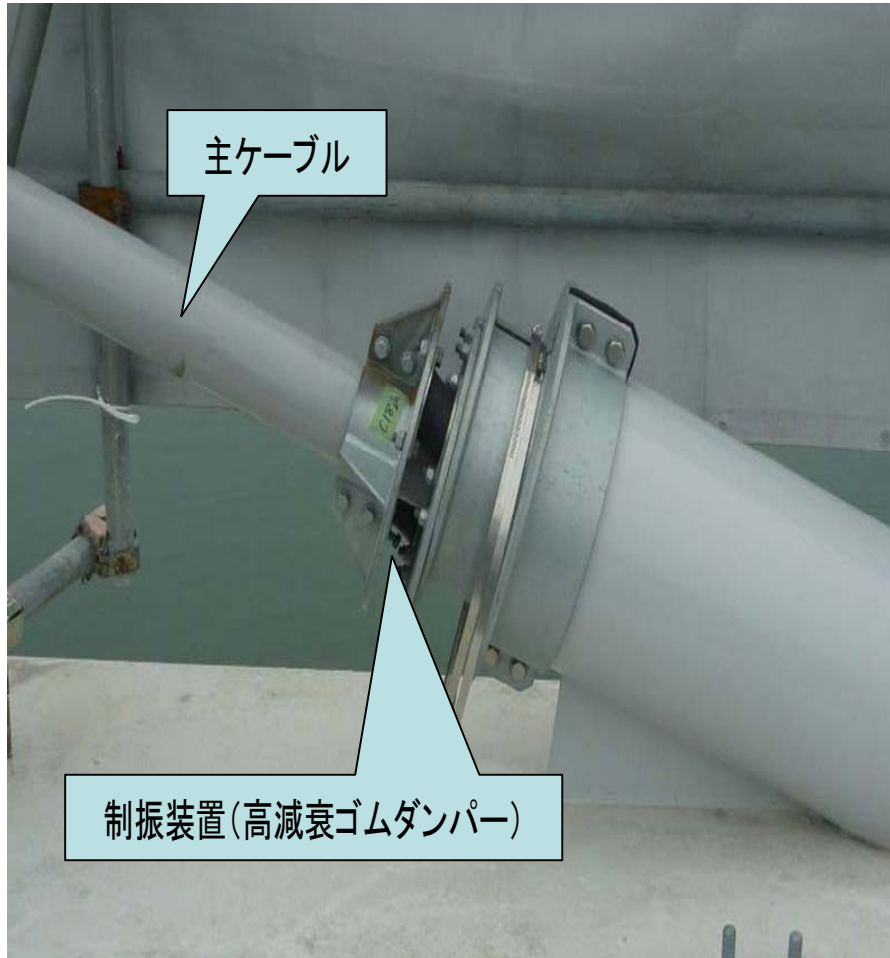
# ケーブルの耐風設計

レインバイブレーション  
(雨の日に振動)

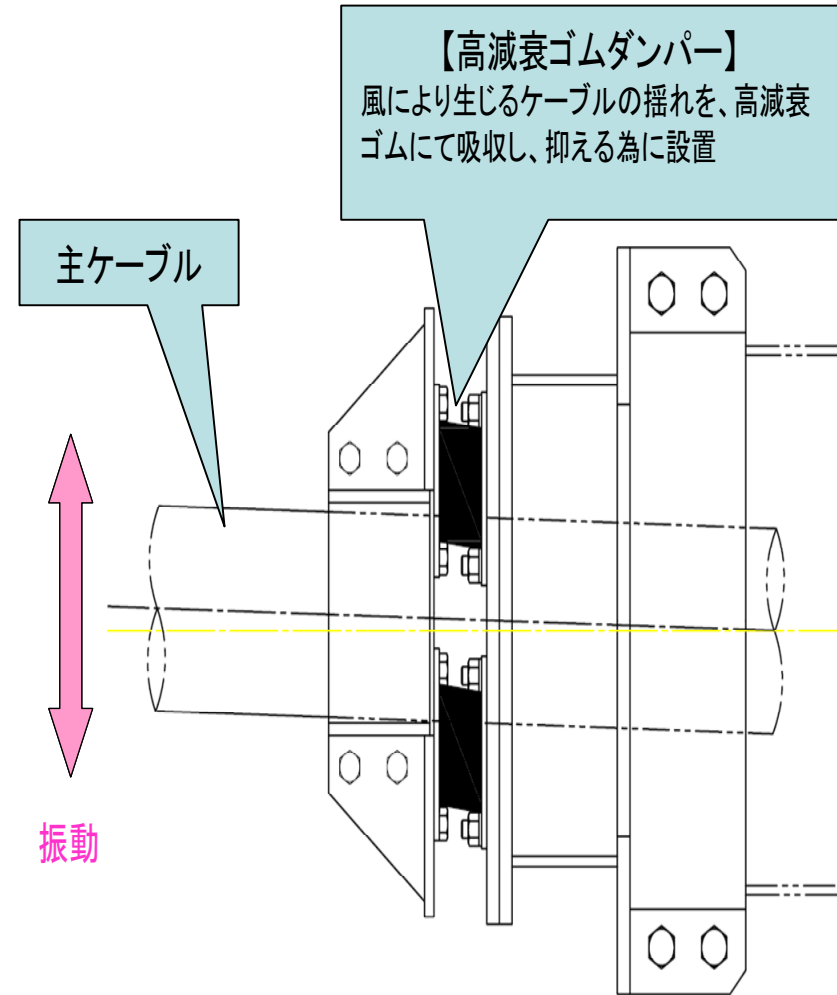
# ケーブルの水みちに起因する レインバイブレーション



# ケーブルダンパー(高減衰ゴム)



主ケーブルとケーブル制振装置



高減衰ゴムダンパー イメージ図



ご清聴ありがとうございました