

# 那覇空港18側進入灯橋梁設計について

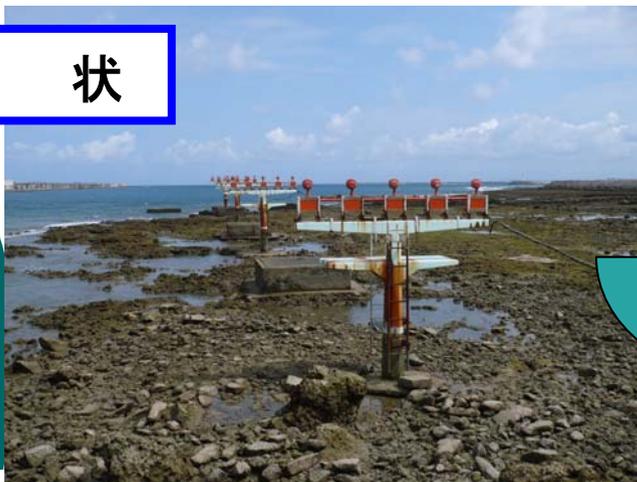


国土交通省 大阪航空局  
空港部 土木建築課  
土木第二係 畑 伊織

1. 事業概要について
2. 計画概要について～形状～
3. 工程(概略)について
4. 現場条件について～上空制限～
5. 海水面による制約について
6. 現場条件の問題について
7. 維持管理上の問題について
8. 構造上の問題について
9. 施工的特徴について
10. 風洞試験について

# 1. 事業概要について

現 状



整備後



●現在、設置されている進入路指示灯の単柱構造4基(海上部)については、昭和47年沖縄本土復帰に伴い米軍から引き継いだもの。

●単柱構造によるデメリット

①故障発生時に作業船手配等に時間を要し、障害復旧まで進入灯が消灯となり運航に影響を及ぼす。

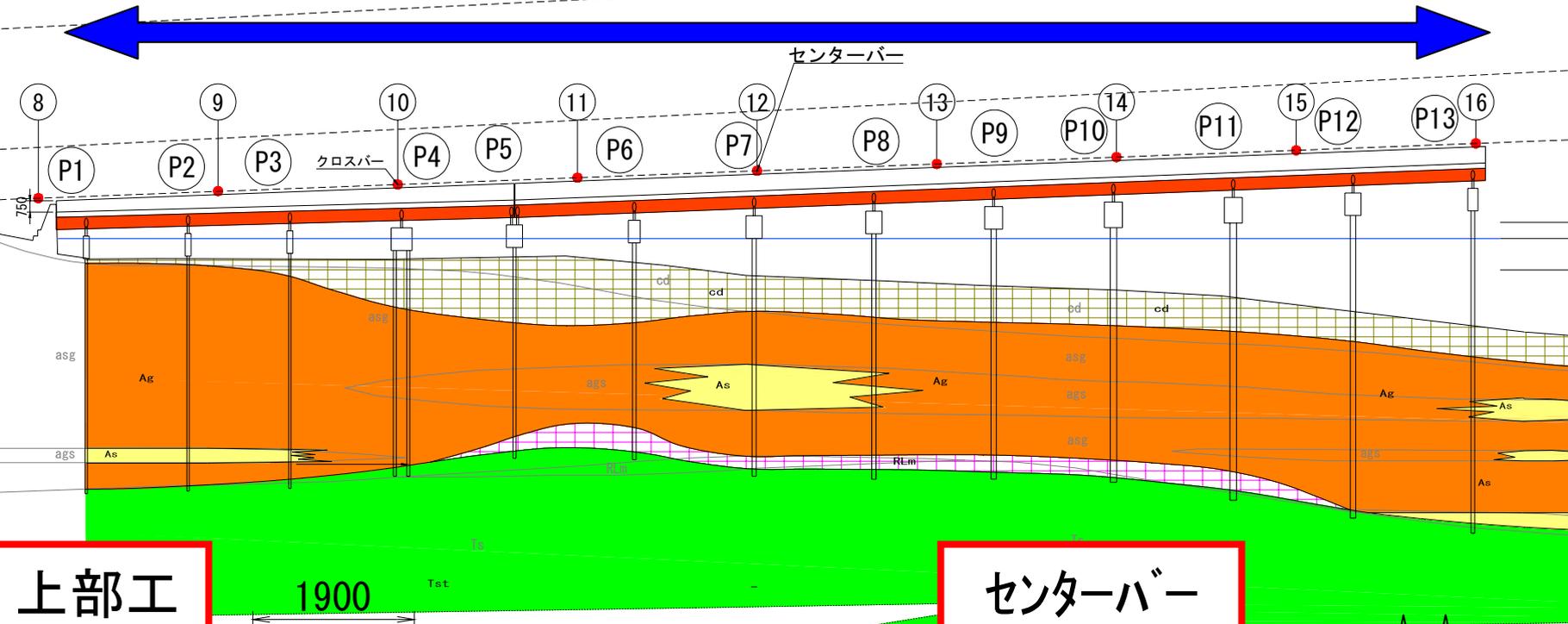
②台風、波浪による断線事故が発生した場合、復旧作業に相当の日数を要し、進入灯消灯による運航への影響が長期間に及ぶ。

●海上又は深い谷間に設置する場合は、労働安全衛生法の規定による作業者の安全確保を重視。

⇒老朽化による更新に伴い、メンテナンス性の向上ため橋梁形式にて整備

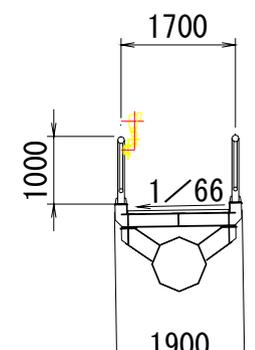
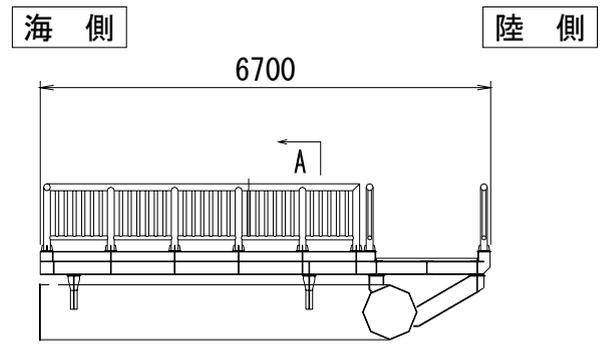
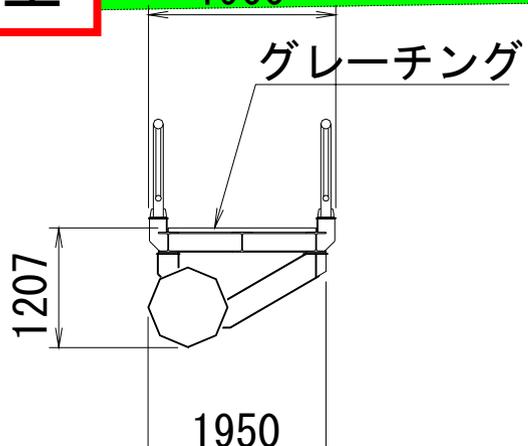
# 2. 計画概要について～形状～

238.5m

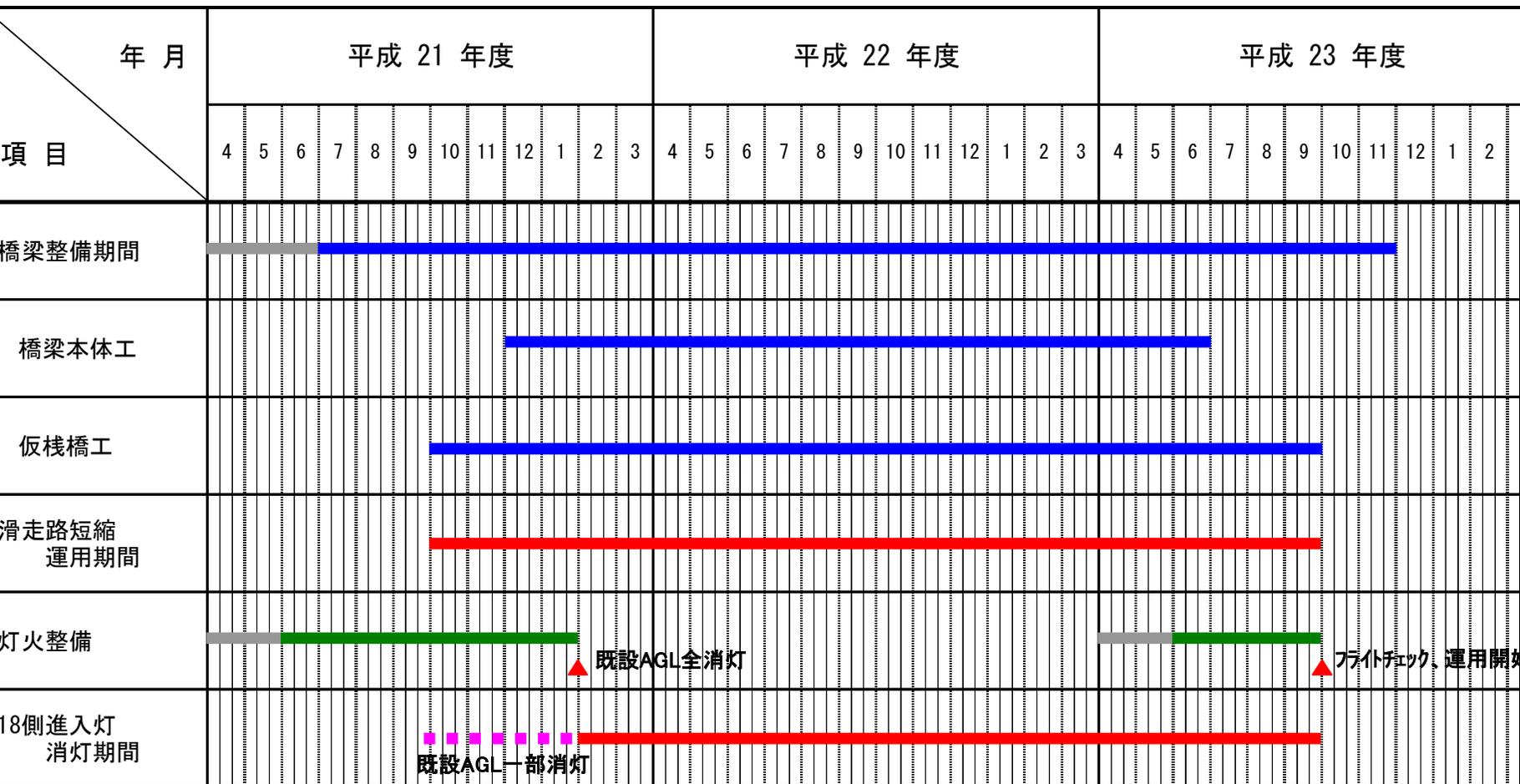


上部工

センターパー



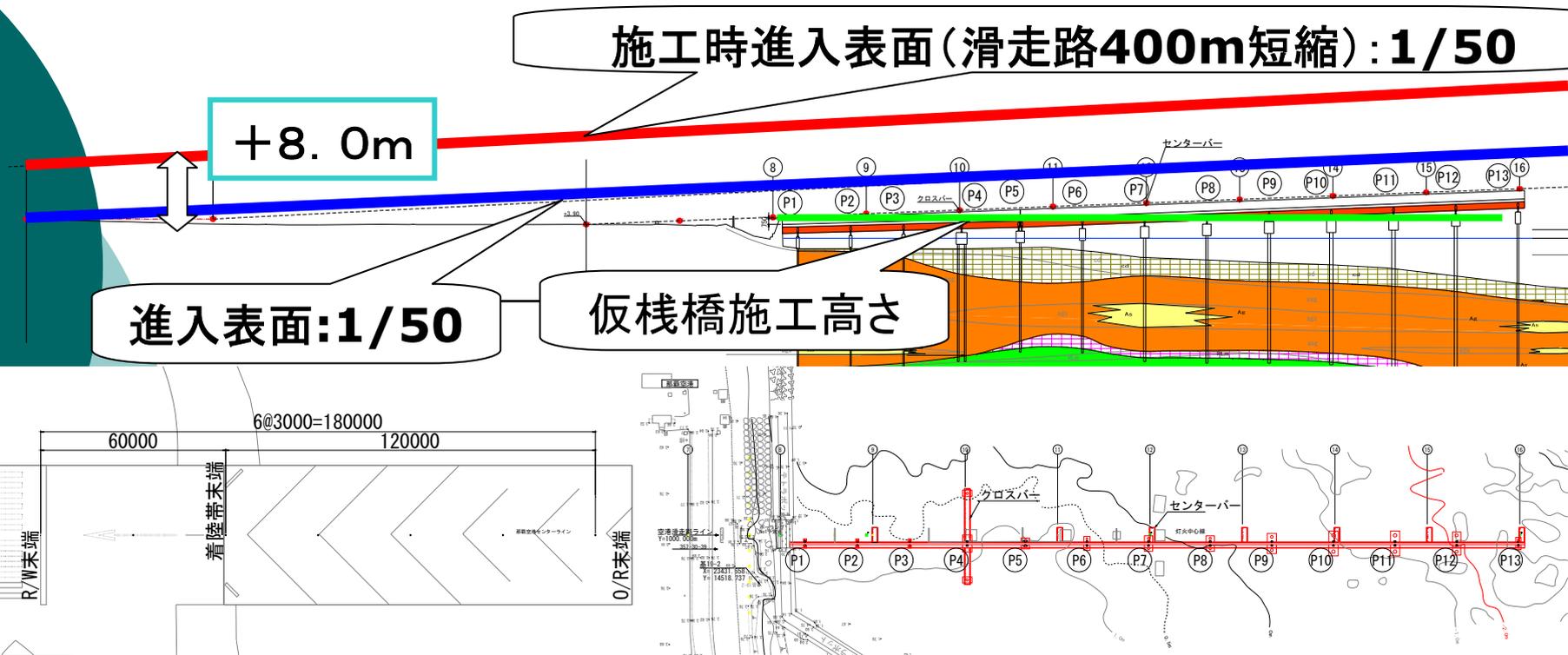
# 3. 工程(概略)について



●平成21年10月より現地着手し、平成23年9月末の24ヶ月の現場工程

●平成23年10月の灯火運用開始を予定

# 4. 現場条件について～上空制限～



●滑走路供用中(昼間)の作業高さ: 2.8~7.5m ⇒ 昼間施工不可能

●滑走路400m短縮後の作業高さ(夜間)

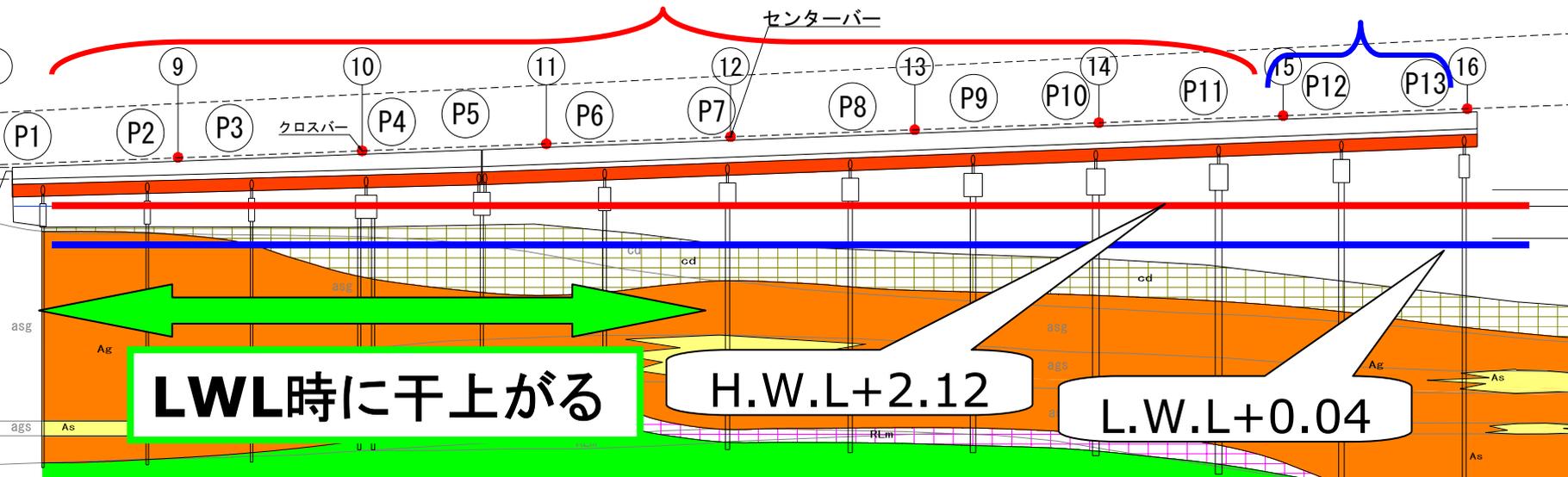
⇒進入表面を8m上げることにより、作業高さを10.8 ~ 15.5m確保する。

⇒深夜貨物便、緊急機の運航可能。

# 5. 海水面による制約について

船舶による施工不可

船舶による施工可能



LWL時に干上がる

H.W.L+2.12

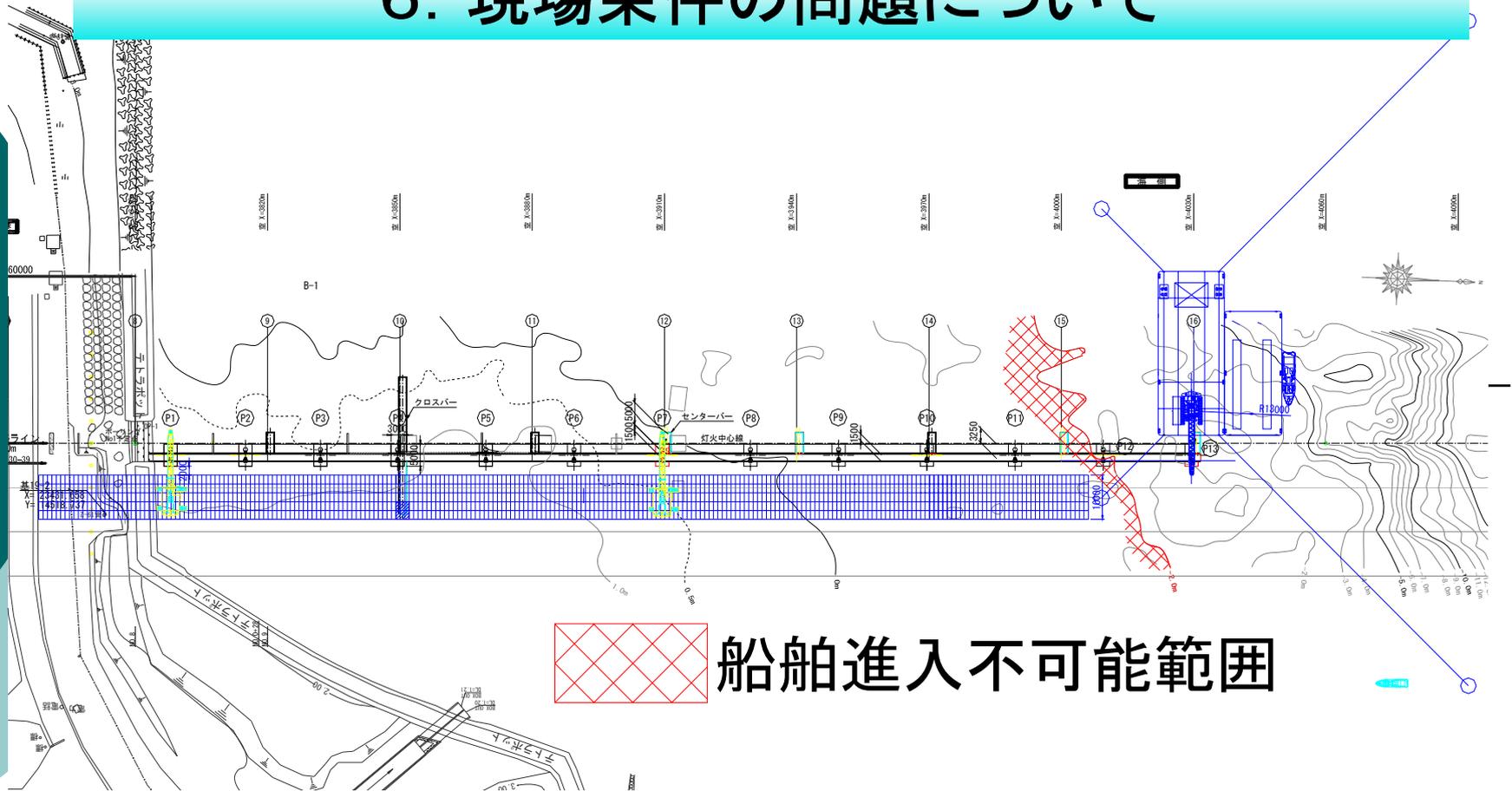
L.W.L+0.04

●浅瀬のため、船舶の喫水(1.5m)が確保出来ない。  
(約220m) ⇒現場条件の問題

●防食の観点より、上部構造は海水に浸からないよう、  
海面上とする。 ⇒維持管理上の問題

●最大波高時は波頂高が橋梁上部工高さまで及ぶことから、  
波力による検討を行う。 ⇒構造上の問題

## 6. 現場条件の問題について



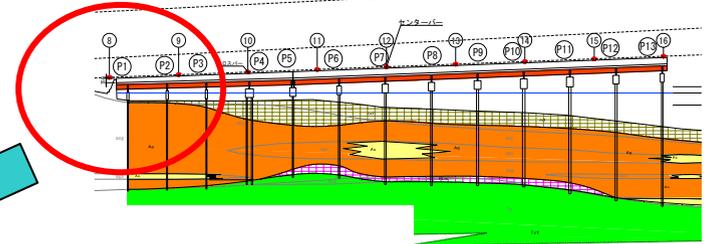
 船舶進入不可能範囲

●船舶の喫水（1.5 m）が確保出来ないため、一部を除き仮  
棧橋を設置した後、橋梁を施工。

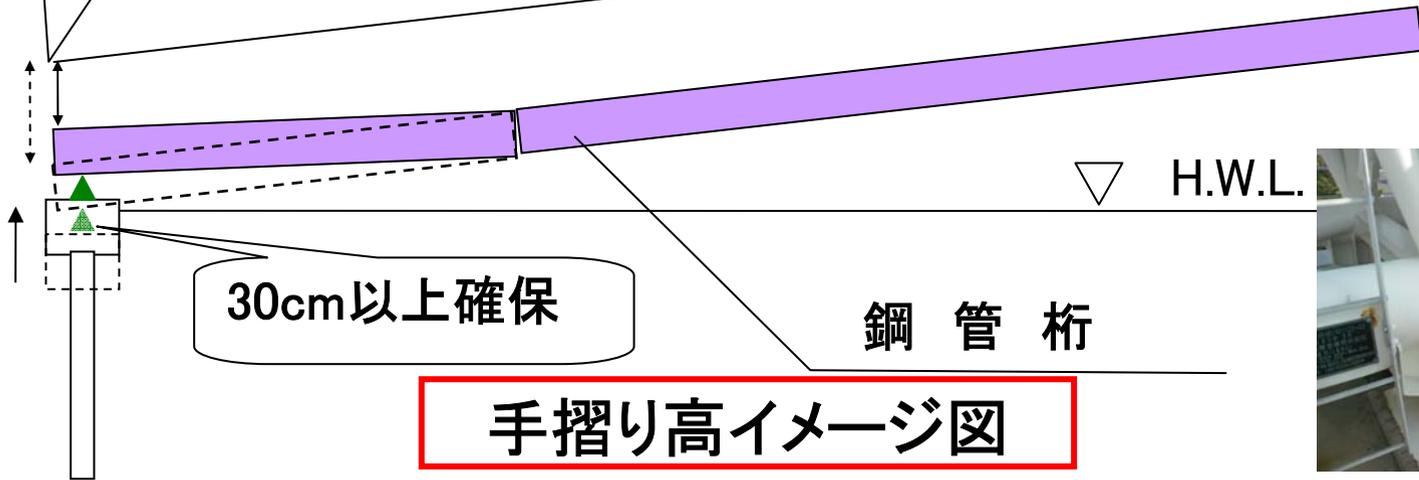
●作業時間が定期便終了後の24：00～06：30の6.5  
時間 ⇒準備・後片付けを除くと作業時間約5時間

# 7. 維持管理上の問題について

手摺り高**1,100mm**  
⇒**750mm**



灯火平面



30cm以上確保

▽ H.W.L.

鋼管桁

手摺り高イメージ図

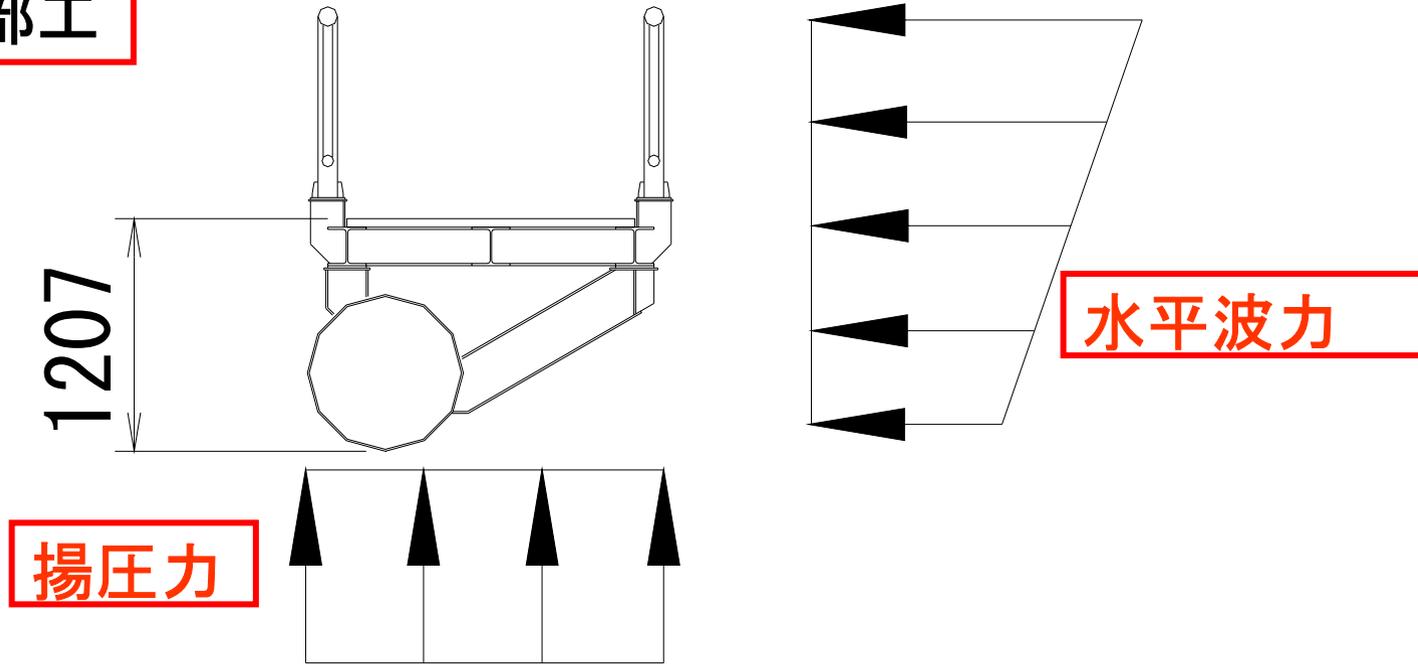


●腐食対策として満潮時に支承が海水に浸からないよう、**H.W.L.**に対して**30cm**以上を確保する。

●標準手摺り高さは**1,100mm**だが、灯火平面上に支承を**30cm**上げることにより、手摺りが灯火平面にかかるため、手摺り高を**750mm**～**1,100mm**に変化させる

## 8. 構造上の問題について～その1～

上部工



揚圧力

水平波力

●本橋の特徴は、上部工に作用する波力が大きいことから、構造物の構造が決まる。

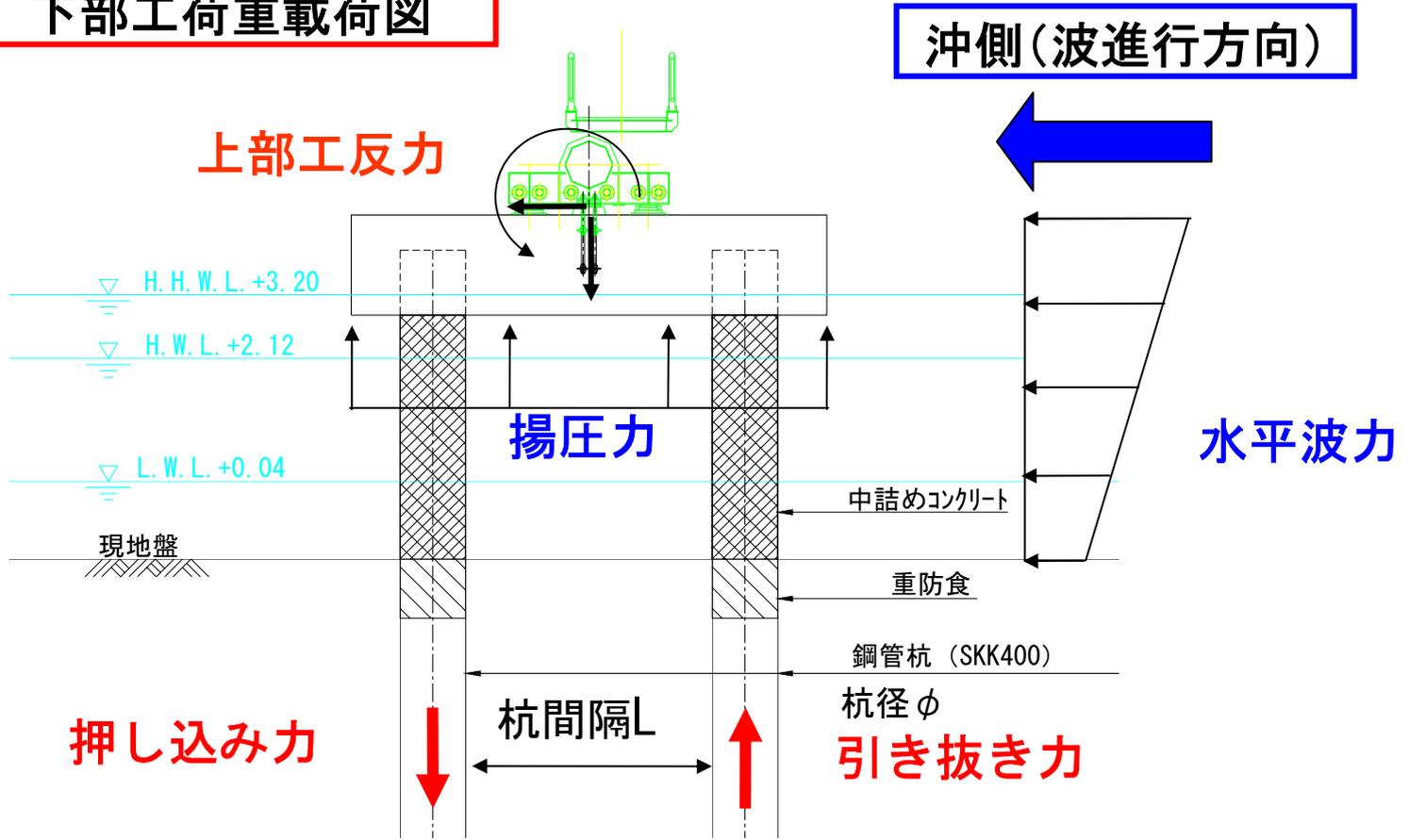
●波力の検討は、既往最高潮位(以下、H.H.W.L.)の最高波高時の波力が波頂高まで載荷する状態を想定。

●上部工

波力は水平波力および揚圧力の2方向から作用し、4径間および8径間それぞれに対して作用させる。⇒通常の橋梁は波力がかからない。

# 8. 構造上の問題について～その2～

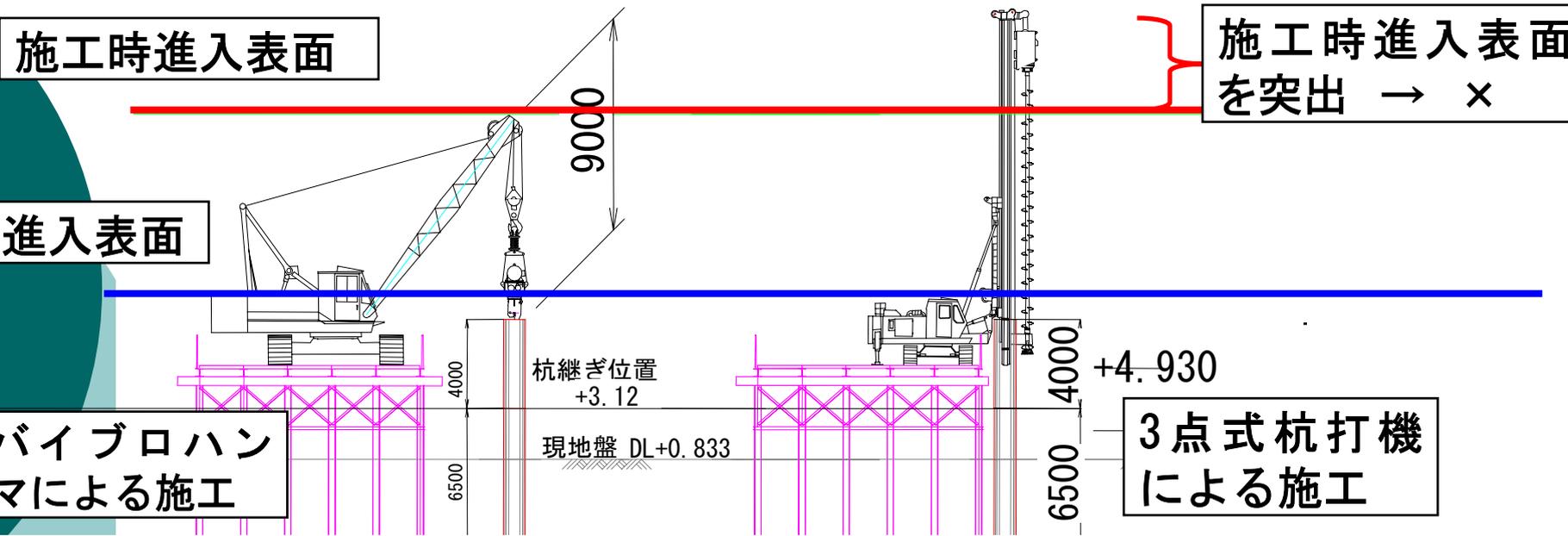
## 下部工荷重載荷図



### ●下部工

波浪時の上部工反力および下部工の水平波力および揚圧力により、下部工杭には押し込み荷重および引き抜き荷重が作用する。下部工の杭径 $\phi$ および杭間隔 $L$ を押し込み力および引き抜き力のバランスから検討を行い、最適な下部工配置を行う

# 9. 施工的特徴について～上空制限～



## 杭の打設方法の選定

杭を打設する際、通常3点式杭打機にて打設を行うが、本橋梁においては、打設時リーダーが進入表面を侵す。

- ① 打設時の高さを施工時進入表面高まで抑える。(深夜貨物便、緊急機対応)
- ② 移動可能な機種を選定(分解組み立てが伴うため、3点式は移動不可)  
⇒バイブロハンマによる杭打設を選定

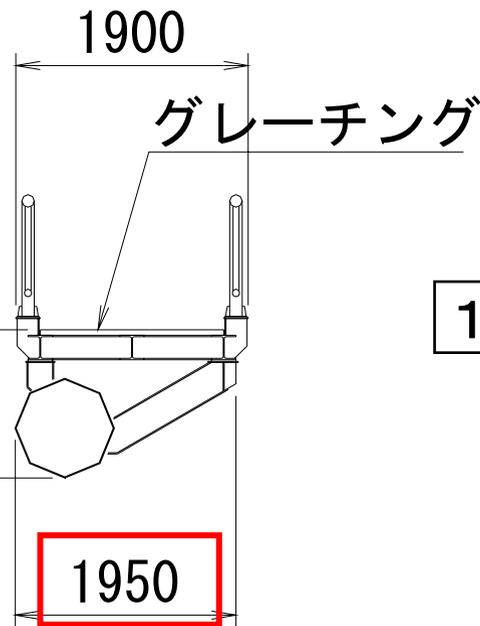
## 杭打工における作業性

施工上空空間が狭いため、杭材を打ち継いで打設するため、1日当たり施工本数0.8～1.2本となる

⇒仮設棧橋工のみで約13ヶ月の工期を要する。



# 10. 風洞試験について～その1～



最大支間長 L	20.0 m
設計基準風速 Ud	53.0 m/s
総幅員 B	1.95 m
有効高 d	1.21 m

## 1. たわみ渦励振、たわみ発散振動の照査

数式	計算値	たわみ渦励振	たわみ発散振動
$L \times U_d / B$	543.6	> 330	> 200
$B / d$	1.6	< 5	—
$I_u$	0.15	< 0.15	< 0.20
判定		必要	必要

## 2. たわみ渦励振の照査

$U_{cvh} > U_{rvh} (= U_d)$	19.50 < 53.0	OUT
$h_a > h_c$	0.0080 > 0.0030	OK

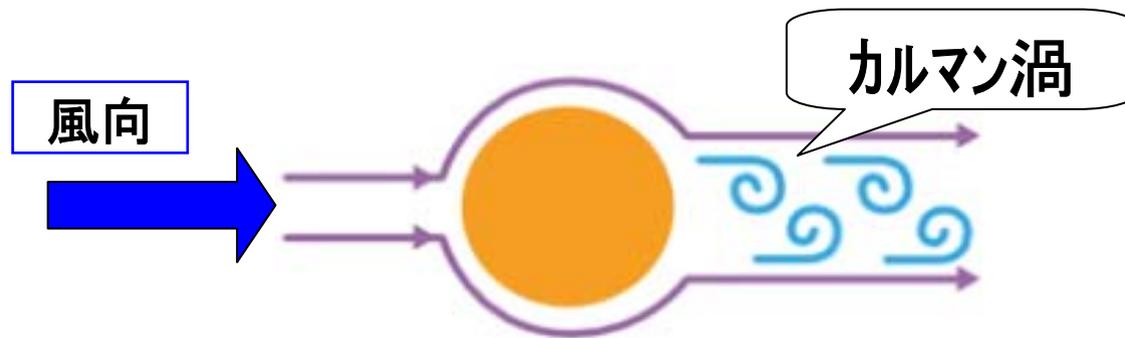
## 3. たわみ発散振動(ギャロッピング)の照査

$U_{cg} > U_{rg}$	78.00 > 70.80	OK
-------------------	---------------	----

●上部工が鋼管を採用しているため、耐風設計便覧(H19改定)の耐風検討の結果、たわみ渦励振が発生する可能性がある。

⇒同便覧に準じて風洞試験により、上部工の耐風性に対する検討を行う。

### 3. 風洞試験について～その2～



- 一様な流れの中に物体(図は円柱)を置いた場合、下流側に交互に発生する渦 ⇒カルマン渦
- カルマン渦の影響を受け物体が振動を受けること  
⇒渦励振(低速に限られた風速範囲で発現する規則性の強い振動)



渦励振が発生し、橋梁に影響を与えた事例  
⇒アメリカ タコマ市  
ナローズ橋の崩壊

### 3. 風洞試験について～その3～

#### 風洞試験内容

試験名称	試験目的
現状試験	現状断面で許容振幅を超える振動(渦励振, ギャロッピング)が設計風速内で発生するかを調査する。
対策試験	現状試験で耐風性に問題が生じた場合, 設計風速以下で許容振幅を超える振動(渦励振, ギャロッピング)が発生しない最適断面(整流プレートの設置等)を検討、調査し安全性が確認できる断面を提案する。
静的三分力試験	最適断面において風により鋼管桁に作用する荷重を計測し, 応力解析に使用する基礎データを取得する。

⇒以上の風洞試験結果を設計に反映し、上部工断面の最終形状を決定。