

有明海沿岸道路 筑後川・早津江川橋梁

# 第6回 設計検討委員会



平成25年3月22日

国土交通省 九州地方整備局 福岡国道事務所

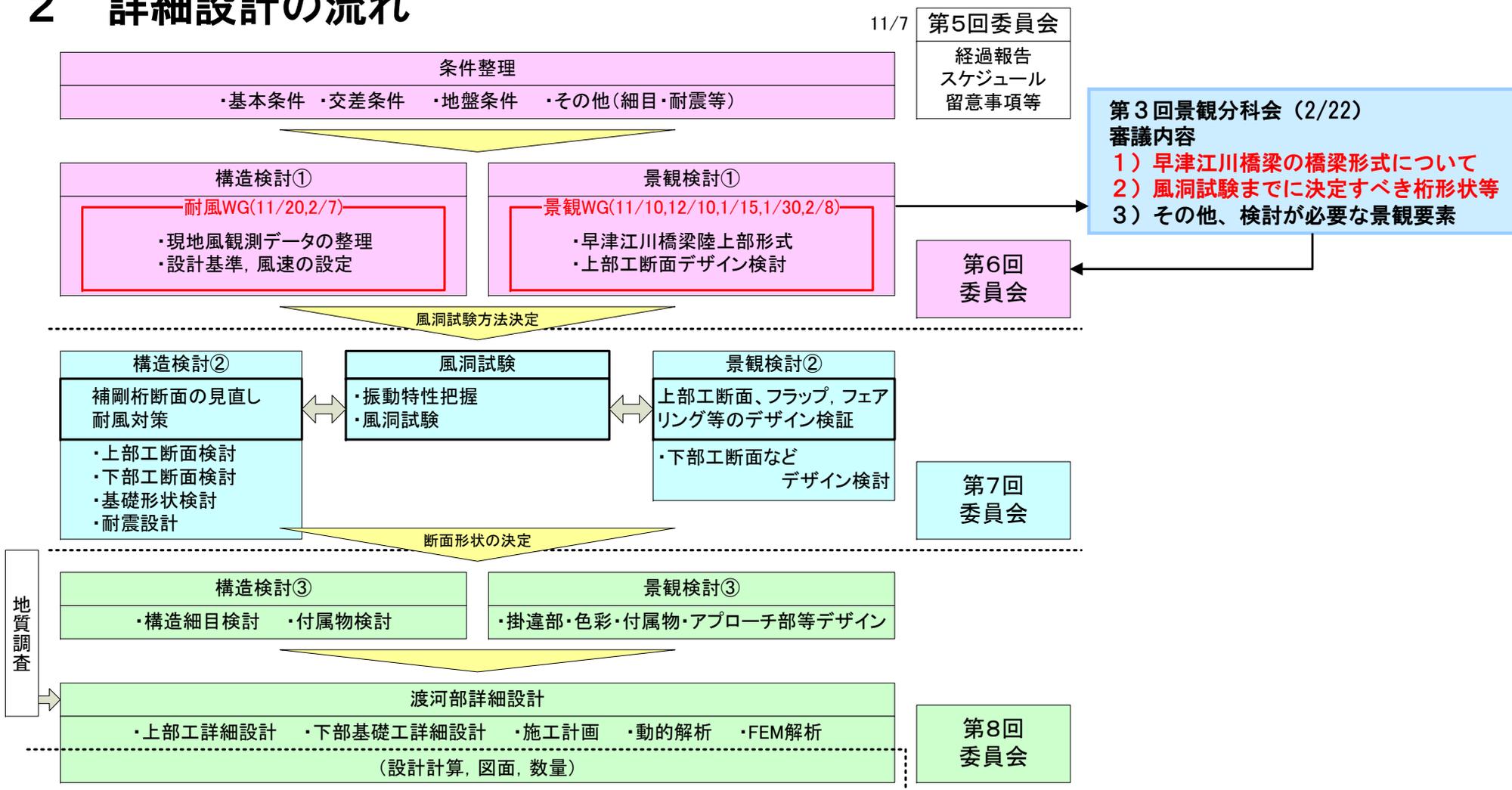
1	はじめに . . . . .	2
2	第3回景観分科会審議結果の報告 . . . . .	3
3	風洞試験計画 . . . . .	24
4	今後のスケジュール . . . . .	32

## 1. 1 経緯

筑後川橋梁、早津江川橋梁の詳細設計がスタートし、「風洞試験までに決定すべき補剛桁形状」、また「風洞試験に必要な設計基準風速の設定」等について検討を進めてきた。

今回の委員会では、主に補剛桁断面形状を決めるために開催された景観分科会（2/22）の検討結果報告、また耐風WGにて議論している「風洞試験計画」について審議頂く。

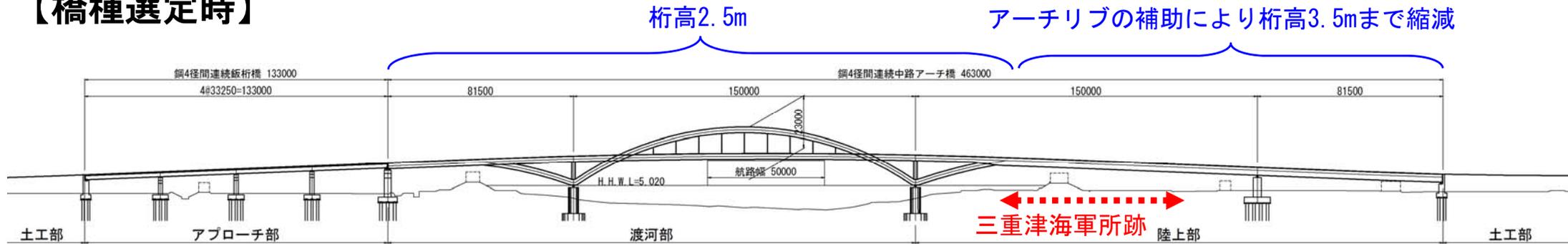
## 1. 2 詳細設計の流れ



# 2. 第3回景観分科会審議結果の報告

## 2.1 早津江川橋梁の橋梁形式について

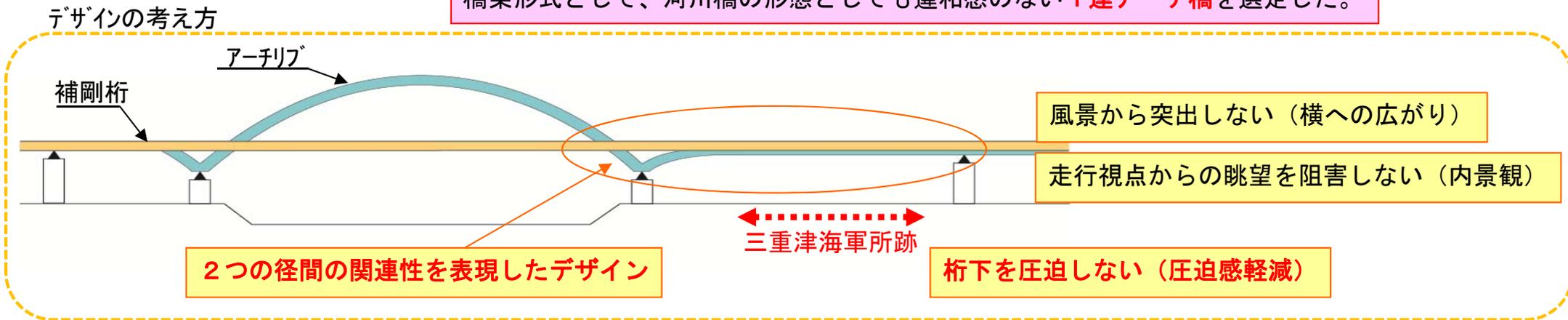
### 【橋種選定時】



【河川を跨ぐための径間】  
 周辺景観と調和し準主役となり得る **アーチ**

【遺跡を守るための径間】  
 圧迫感を軽減し遺跡に負担をかけない **桁橋**

橋梁形式として、河川橋の形態としても違和感のない **1連アーチ橋** を選定した。



### 【詳細設計時】

渡河部・陸上部の関連性表現、陸上部桁高を抑えることによる遺跡に対する圧迫感軽減を目的とした検討を実施した。

評価に際しては、2つの径間の関連性・圧迫感軽減の他、横への広がりや内景観に着目した。

## 2. 1 早津江川橋梁の橋梁形式について

### 【案1】 張弦梁案 ケーブルを介し陸上部の桁をアーチV脚が引き上げるデザイン



張弦梁構造では桁高を抑えることはできない（たわみNG）。桁下にケーブルが配置されるため煩雑な印象となる。

### 【案2】 アーチ部材による補剛案 アーチV脚に新たな補剛構造をつなげるデザイン



桁下からアーチリブが視認されやや圧迫感が増す。ライズの異なるアーチシルエットにより不自然な印象となる。

### 【案3】 箱部材による補剛案 アーチV脚に新たな補剛構造をつなげるデザイン



遠景からの視点では桁と補剛部材が6mを越える壁として見える。内景観においても眺望が大きく阻害される。

### 2. 1 早津江川橋梁の橋梁形式について

#### 【景観分科会での整理】

補剛構造案は、桁高を抑えることで圧迫感の軽減は期待できる。しかし、橋上に突出する補剛構造により、横への広がり感や橋上からの眺望を阻害する。

一方、桁構造案は桁高が若干高くなるものの、V脚が桁の一部を支えることで、桁高増分を最小限に抑えた案である。また、シンプルな形態であるため、横への広がり感があり遺跡に対する負担も小さくなることから、周辺景観に対し最も相応しいと考える。

#### 桁構造案 アーチV脚が陸上部の桁を支えるデザイン



桁断面形状については、今後洗練を図り、更なる圧迫感の軽減に努める。

# 2. 第3回景観分科会審議結果の報告

## 2. 2 風洞試験までに決定すべき桁形状等

### (1) 風洞試験までの手順

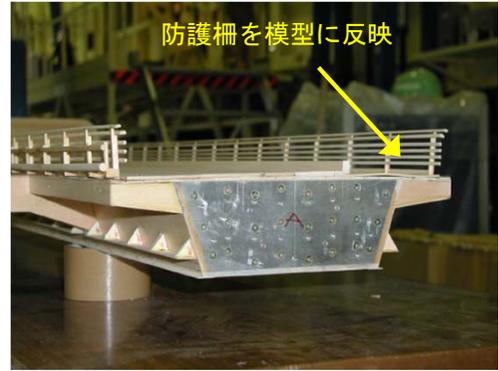
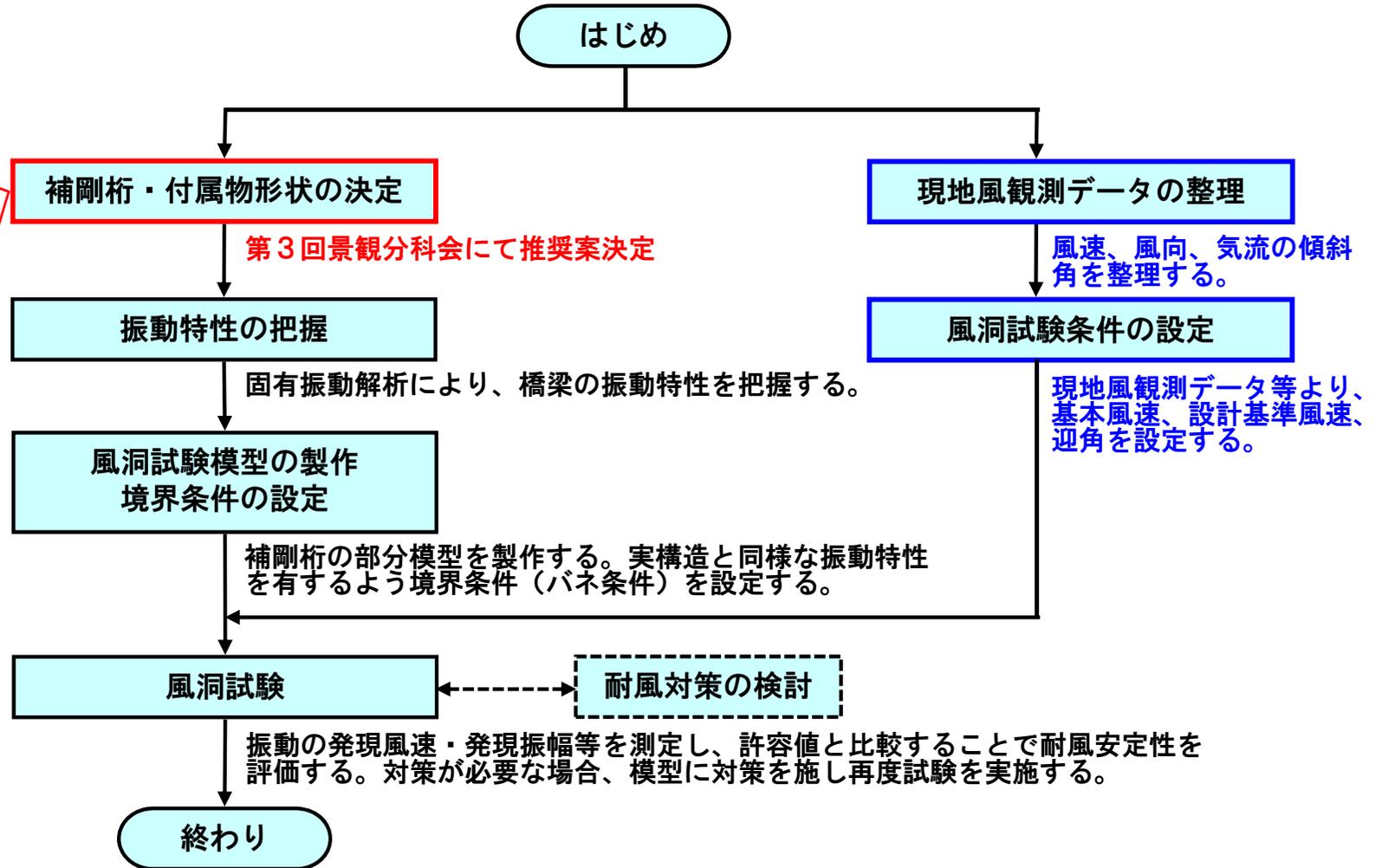


写真) 模型の事例

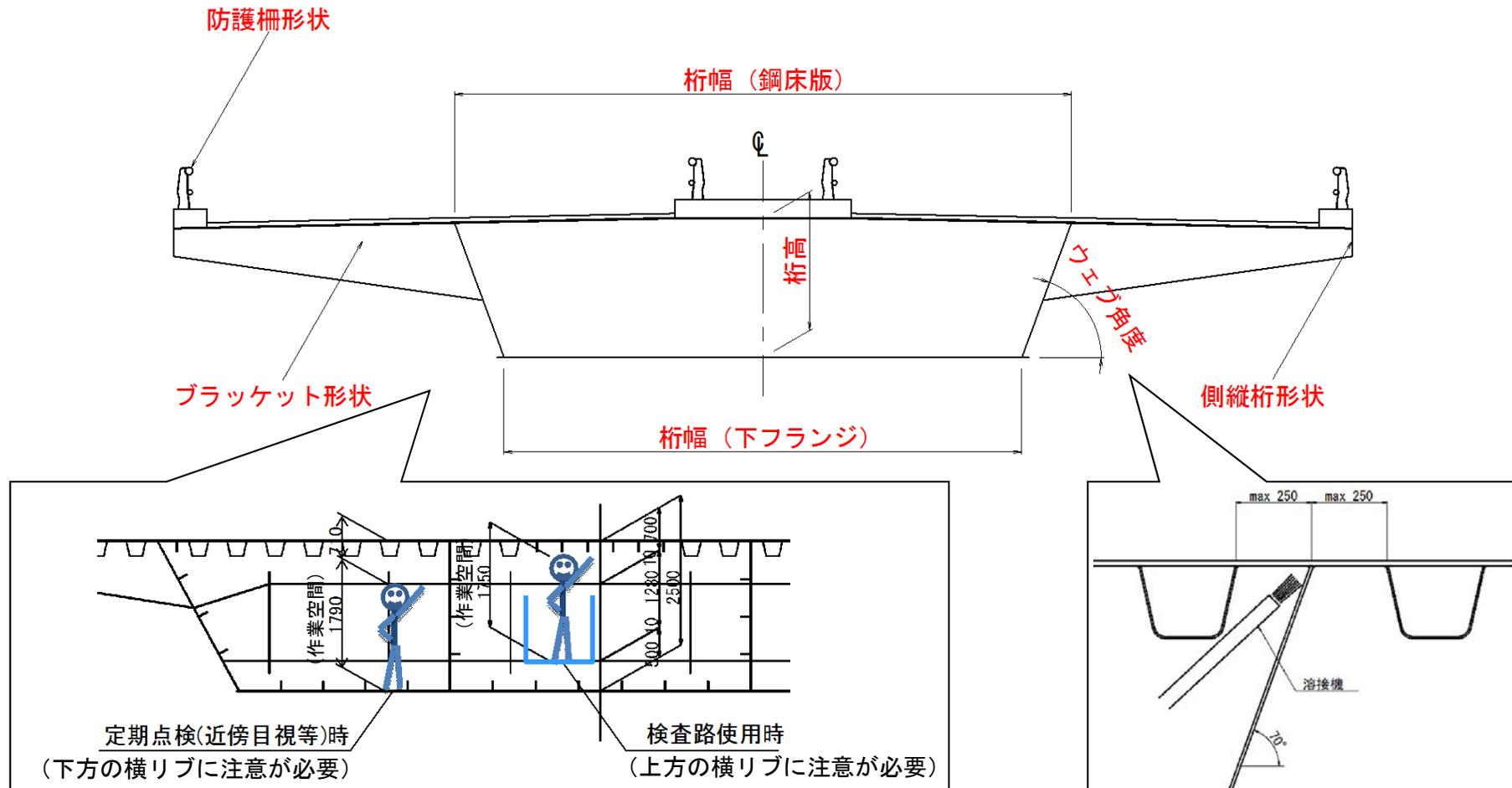


風洞試験までの手順

## 2. 2 風洞試験までに決定すべき桁形状等

### (2) 決定すべき要素と維持管理性、施工性から決まる諸元

- 補剛桁形状 (桁高、桁幅、ウェブ角度、ブラケット形状、側縦桁形状)
- 防護柵形状



※上記の内、桁高は維持管理性よりH=2.5m以上、ウェブ角度は施工性から70°以上

## 2. 第3回景観分科会審議結果の報告

### 2. 2 風洞試験までに決定すべき桁形状等

#### (3) 景観検討における課題と方針の整理

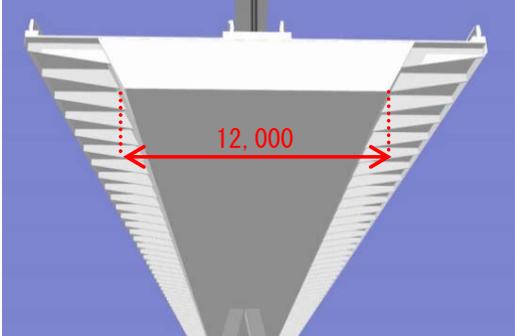
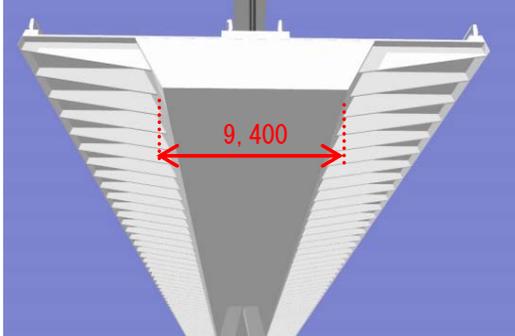
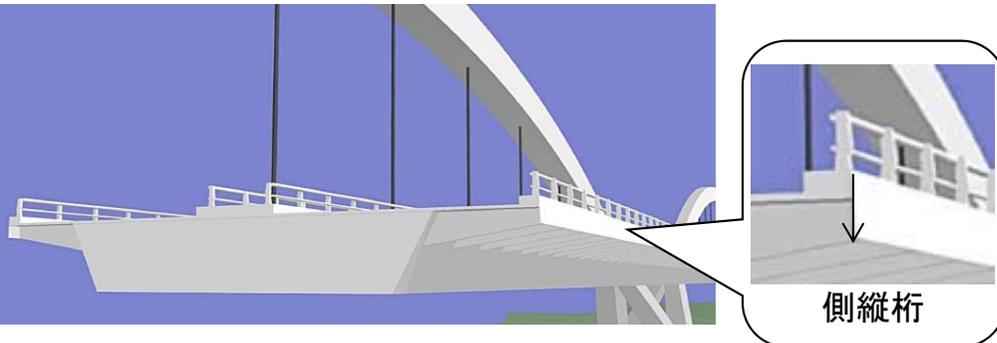
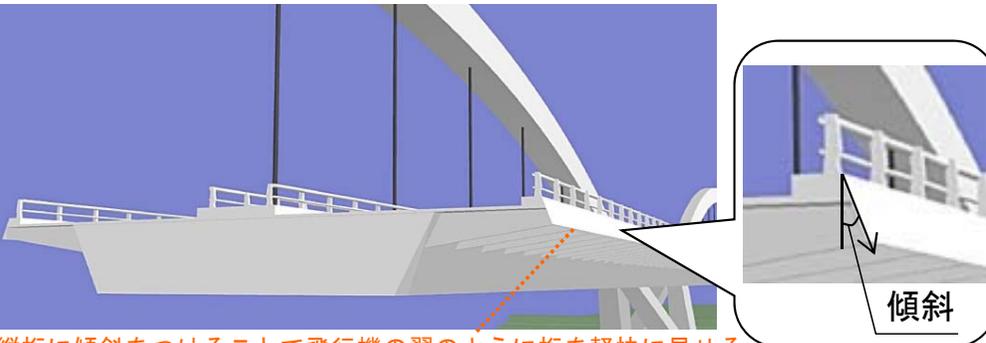
基本方針		◎予備設計 ～「中～遠景」における橋種の比較検討～	◎詳細設計 ～「中～近景」における（主に）部材断面比較検討～	
		解決結果	デザインの洗練	
A. 周辺景観との調和 ～「横への広がり感」		⇒2橋とも「中路式アーチ橋」が優位、採用。	【2橋共通】	【2橋共通】 ⑧準主役級の質の高いデザイン洗練
			①アプローチ部を含む橋梁全体での「横への広がり感」 →* (8) アプローチ部と連続化	
			②河川を軽やかにまたぐ軽快感 →* (4) 渡河部桁断面	
B. 歴史遺産への影響 ～「昇開橋、デ・レーケ導流堤、三重津海軍所跡に対する影響度」			【早津江川橋梁】	
			③三重津海軍所跡に対する圧迫感の軽減 →* (6) 陸上上部桁断面	
C. 2橋の一体感 ～両橋の関係性			【筑後川橋梁】	
			④導流堤に対する圧迫感のさらなる軽減	
D. その他	快適な走行空間の実現	「単弦アーチ橋」の採用により、橋上からの眺望性が向上	【2橋共通】	【2橋共通】 ⑥橋上からの「眺望の確保」「2橋の一体感」「軽快感」 →* (9) 防護柵形状
	近接集落に対する影響の軽減		【2橋共通】	
		河川部は集落と離れているので問題なし。 アプローチ部は未議論。		

\*渡河部桁断面を決定するための検討事項(今回審議・後述)

## 2. 2 風洞試験までに決定すべき桁形状等

<筑後川橋梁（早津江川橋梁）>

（4）渡河部桁断面

		予備設計時	景観分科会推奨案
① 桁形状			
	問題点	<p>広幅員のため桁下面が大きく圧迫感がある。</p>	<p>解決策</p> <p>構造安全性を満足する範囲で床版張出し長を大きくし、下フランジ幅を小さくする。（規模の縮小）</p>
② 側縦桁			 <p>側縦桁に傾斜をつけることで飛行機の翼のように桁を軽快に見せる</p>
	問題点	<p>側縦桁の見附面積が大きく鈍重に見える。</p>	<p>解決策</p> <p>側縦桁に傾斜を付けて見附面積を小さくすることで桁をより薄く、軽快に見せる。</p>

## 2. 2 風洞試験までに決定すべき桁形状等

<筑後川橋梁（早津江川橋梁）>

（4）渡河部桁断面

		予備設計時	景観分科会推奨案
③ ブラケット			<p>曲線とし軽やかな表現とすることで、桁を軽快に感じさせる</p>
		直線	曲線
		緩やかな曲線基調のブラケット	
	<b>問題点</b>	<b>解決策</b>	
	<p>アーチリブ高と桁高が同程度のため、桁が軽快に見えない。（桁が鈍重に見える、アーチリブとメリハリが少ない）</p>	<p>ウェブ面を隠すことでアーチリブを引き立て、ブラケットを曲線形状にすることでより軽快に見せる。</p>	

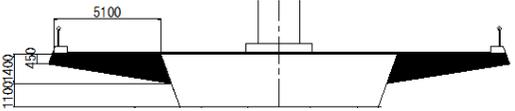
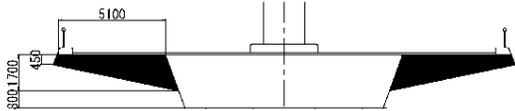
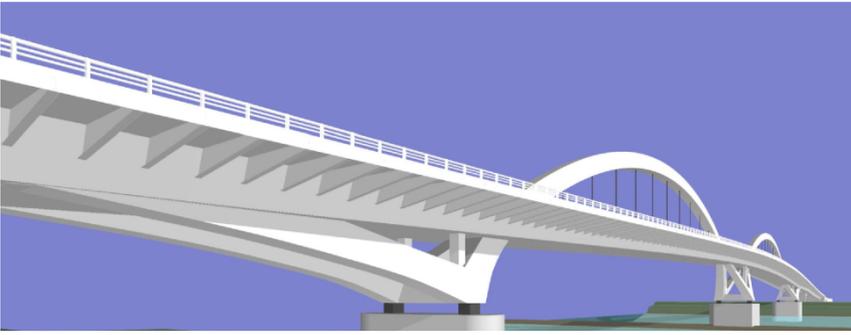
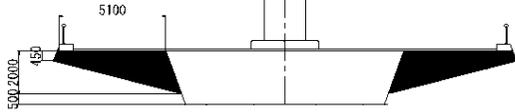
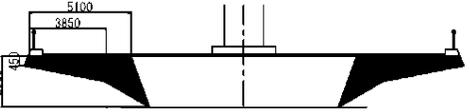
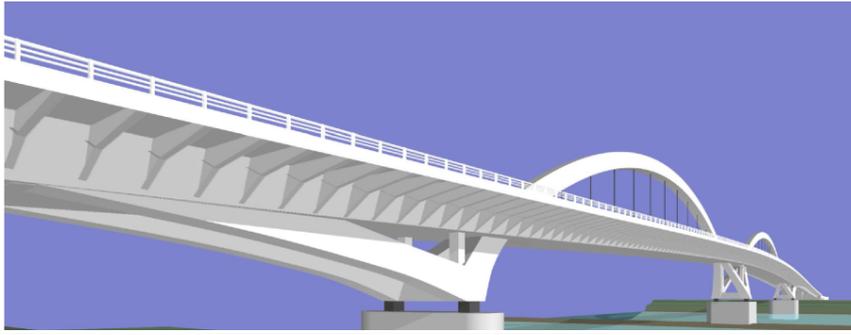
## ■比較 桁下フランジ幅の検討 / 河川を軽やかに跨ぐ軽快感の実現

	案1：ブラケット張出3.35m+傾斜ウェブ	案2：ブラケット張出5.1m+傾斜ウェブ	案3：ブラケット張出6.8m+傾斜ウェブ
断面図	<p>3350 3350 12000 経済性 1.0</p>	<p>5100 5100 9400 経済性 0.98</p>	<p>6800 6800 7700</p>
視点1			
視点2			
視点3			
評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・桁下面が広く覆いかぶさっているように見える</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・桁幅が狭いため覆いかぶさっている感じは低減できる。</li> <li>・桁の主張が低減でき、アーチリブが引き立つ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国内事例がほとんどない長大な張出し</li> <li>・ブラケットが主張しすぎである。</li> <li>・疲労・耐久性を満足することが困難である。</li> </ul>

## ■比較 ブラケット間隔 / 質の高い橋梁デザイン(洗練)

	ブラケット間隔2.5m	ブラケット間隔5m
視点1	<p>450mm 2500mm</p> <p>経済性 1.00</p>	<p>1000mm 5000mm 横リブ</p> <p>経済性 1.03</p>
視点2		
視点3		
評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・側縦桁が小さいため、軽快に見える。</li> <li>・違和感は特にない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・縦桁が大きく、重たく見える。</li> <li>・高いブラケットと低い横リブが交互に配置されるため、煩雑感がある。</li> <li>・横リブとブラケットのたわみ差等が懸念され、構造的に課題がある。</li> </ul>

## ■比較 ブラケット形状(付け根高さ) / 質の高い橋梁デザイン(洗練)

	案1：ブラケット付け根高さ h=1.4m程度	案2：ブラケット付け根高さ h=1.7m程度
形状		
視点1		
評価	・桁ウェブ面の見附面積が増すため圧迫感が増す。	・桁ウェブ面が目立たずアーチリブが引き立って見える。
	案3：ブラケット付け根高さ h=2.0m程度	案4：ブラケット付け根高さ h=2.5m程度
形状		
視点1		
評価	・ブラケットの主張がやや大きい。 ・桁ウェブ面が目立たずアーチリブがやや引き立って見える。	・ブラケットによる主張が強すぎる。 ・桁ウェブ面が目立たないがブラケット主張により、アーチリブが引き立たない。

## ■比較 ブラケット形状(直線・曲線) / 質の高い橋梁デザイン(洗練)

	案1：直線ブラケット h=1.7m程度 角度一定	案2：曲線ブラケット h=1.7m程度(R一定)
形状		
視点1		
視点2		
評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>直線形状のため固い印象となり、やや軽快感に劣る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>曲線形状のため柔らかな印象となり、軽やかに見える。</li> </ul>

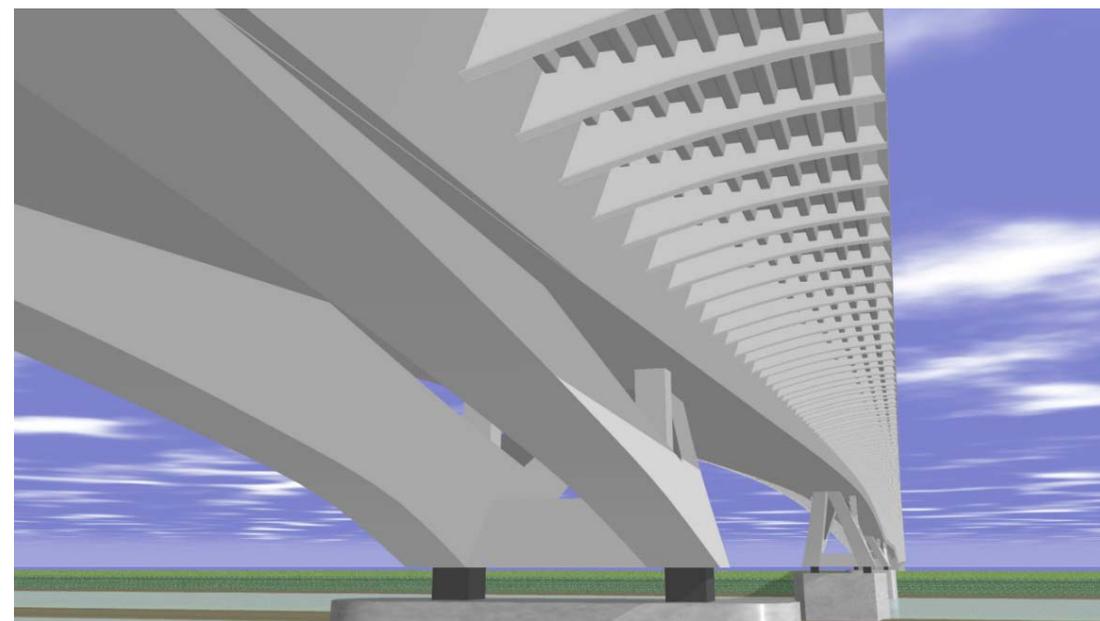
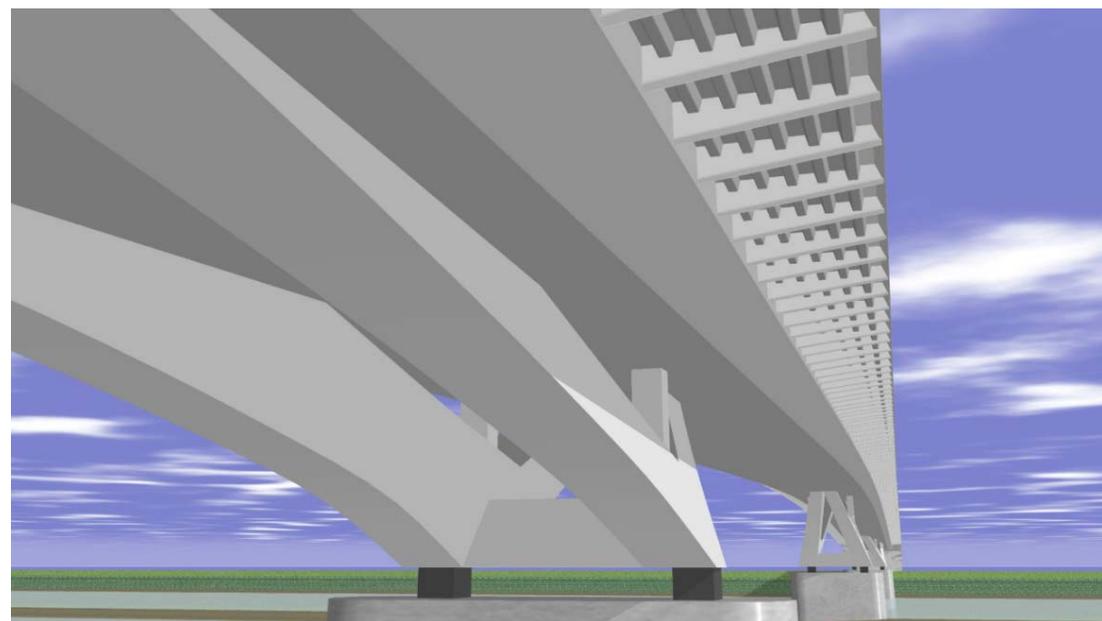
### ■予備設計案と景観分科会推奨案のパース比較（筑後川橋梁）

予備設計案

景観分科会推奨案



視点場：大野島側堤防道路より河川部を望む

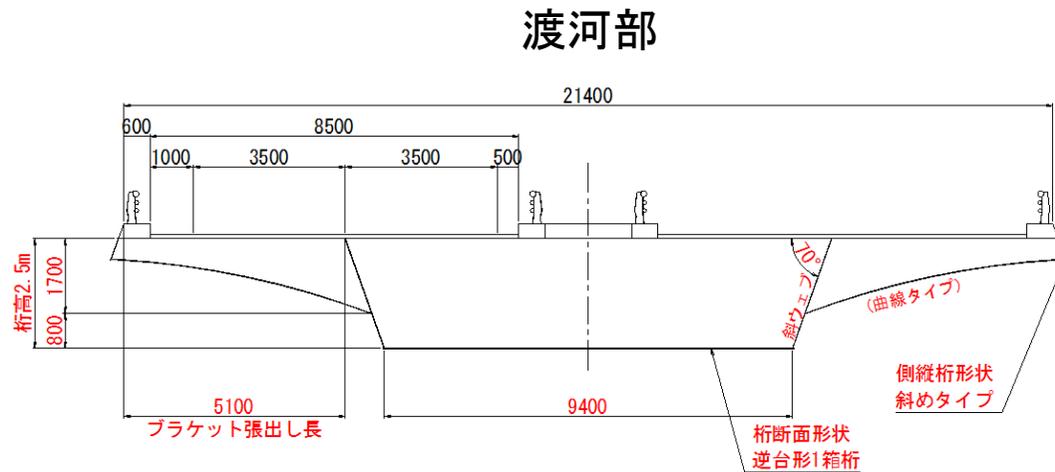


視点場：P5橋脚付近より河川部を望む

## 2. 2 風洞試験までに決定すべき桁形状等

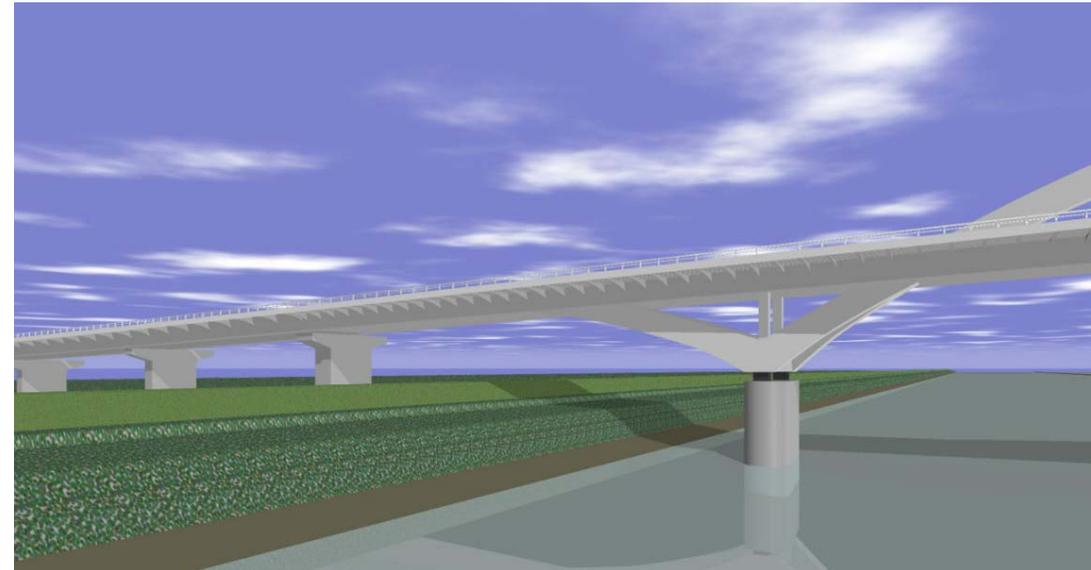
＜筑後川橋梁（早津江川橋梁）＞

### （5）補剛桁断面



#### 【決定事項】

1. 桁断面形状 : 逆台形1箱桁
2. 桁高 : 2.5m
3. ウェブ角度 : 70°
4. 側縦桁形状 : 斜めタイプ
5. ブラケット張出し長 : 5.1m
6. ブラケット基部高 : 1.7m
7. ブラケット形状 : 曲線タイプ
8. ブラケット間隔 : 2.5m



## 2. 2 風洞試験までに決定すべき桁形状等

＜早津江川橋梁＞

(6) 陸上部桁断面の検証

早津江川橋梁は陸上部で桁高変化があること、また曲線橋であることを踏まえ渡河部断面の妥当性を確認

		予備設計時	景観分科会推奨案
① 桁形状 (圧迫感や桁高変化の印象の軽減)			
		<b>問題点</b>	<b>解決策</b>
		広幅員のため桁下面が大きく圧迫感がある。 渡河部と陸上部のウェブ面の違いにより、桁高変化が強調される。	ブラケット長を大きくし、桁下面を小さくする。 ブラケット基部を高く、ウェブ面の見附面積を小さくすることで、圧迫感や桁高変化の印象を弱める。

## ■比較 桁形状（陸上部）の比較 / 三重津海軍所跡に対する圧迫感の軽減

	案1：標準箱桁案	案2：2箱桁案	案3：箱幅縮小案
断面図	<p>工費比 1.02</p>	<p>工費比 1.03</p>	<p>工費比 1.00</p>
視点1			
視点2	<p>約15m</p>	<p>約15m</p>	<p>約12m</p>
評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・桁下面が広く、覆い被さっているように見える。</li> <li>・桁ウェブ面の見附面積が大きく圧迫感がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・開口部により圧迫感は軽減されるが、桁下面総幅は案1と同幅であり、覆い被さっている印象は若干残る。</li> <li>・桁ウェブ面の見附面積が大きく圧迫感がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・桁下面が狭く、覆い被さっている印象は小さい。また堤内地の橋脚幅が狭く、壁面による圧迫感が軽減される。</li> <li>・桁ウェブ面の見附面積が少なく圧迫感が軽減される。</li> </ul>

## ■比較 曲線橋におけるウェブ角度の比較 / 三重津海軍所跡に対する圧迫感の軽減

	案1：垂直ウェブ案	案2：舟型案	案3：斜ウェブ案
断面図			
視点1			
評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウェブエッジが目立ち、平面曲線が引き立つ。渡河部ウェブ高を通すことで、桁高変化をデザインとして強調させる。</li> <li>・桁下面がやや広く圧迫感は若干残る。断面折れ点が多く煩雑。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・斜ウェブにブラケットを連続させ、擬似的な舟型断面を構成させる。</li> <li>・桁下面が最も広く、覆い被さっているように見える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウェブ面を折ることなく通すことにより、桁高変化の影響は小さい。</li> <li>・桁下面が狭く、覆い被さっている印象は小さい。</li> </ul>

## ■ 予備設計案と景観分科会推奨案のパース比較（早津江川橋梁）

視点場：三重津海軍所跡 堤防道路

予備設計案



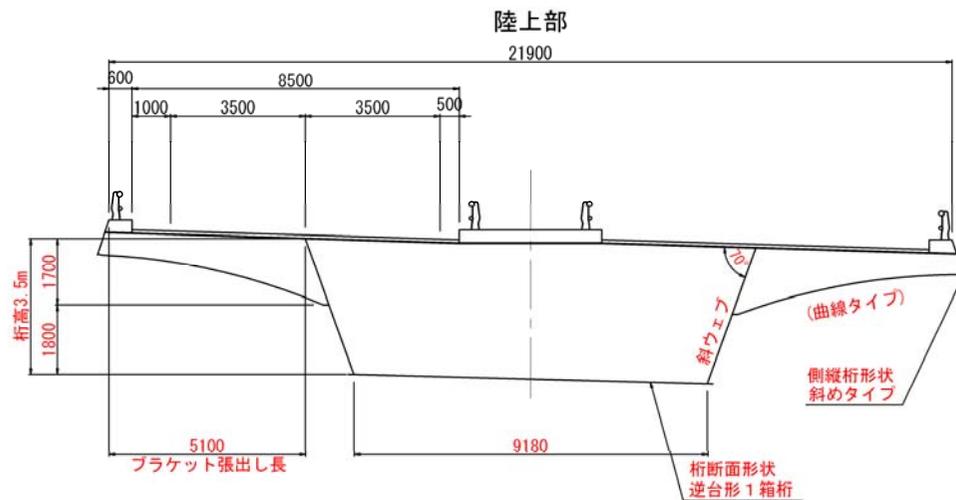
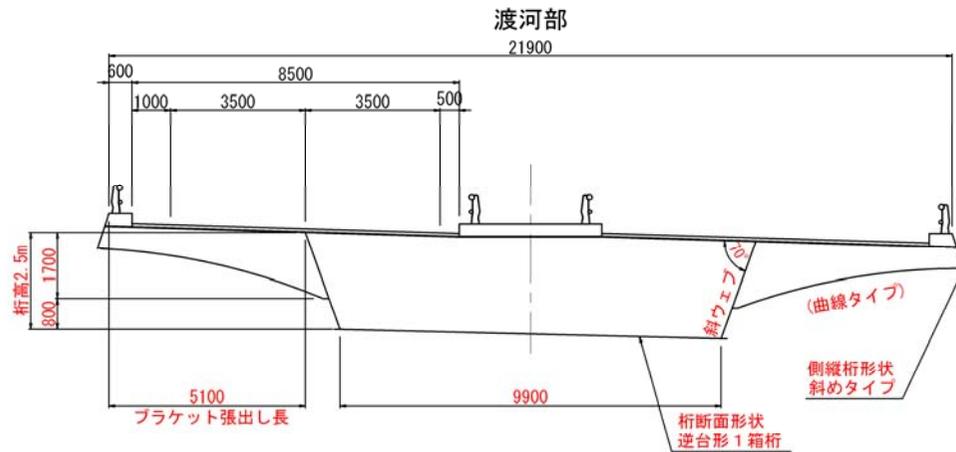
景観分科会推奨案



## 2. 2 風洞試験までに決定すべき桁形状等

### <早津江川橋梁>

#### (7) 補剛桁断面



#### 【決定事項】

1. 桁断面形状 : 逆台形1箱桁
2. 桁高 : 2.5m(3.5m)
3. ウェブ角度 : 70°
4. 側縦桁形状 : 斜めタイプ
5. ブラケット張出長 : 5.1m
6. ブラケット基部高 : 1.7m
7. ブラケット形状 : 曲線タイプ
8. ブラケット間隔 : 2.5m

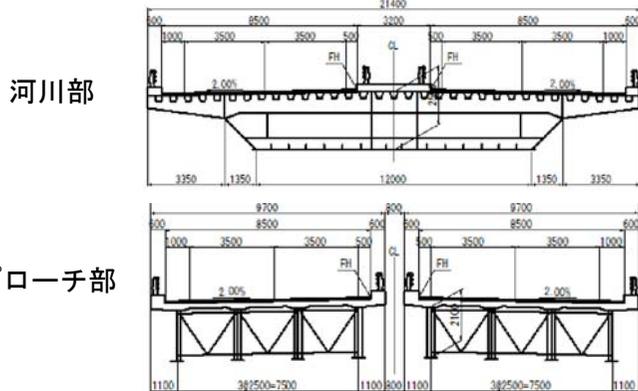
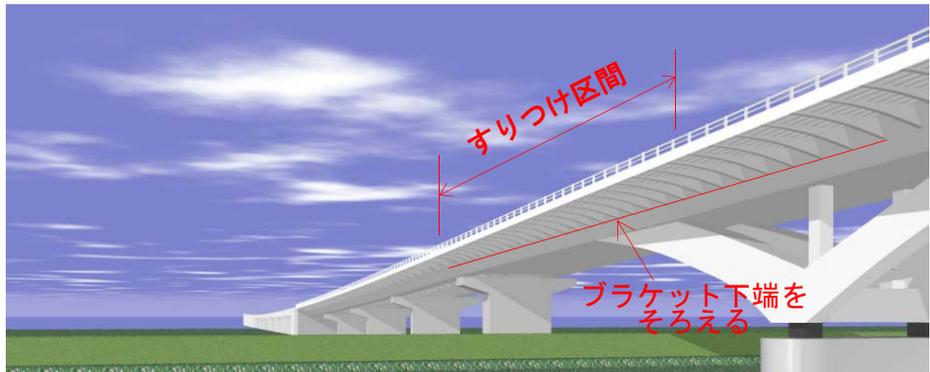
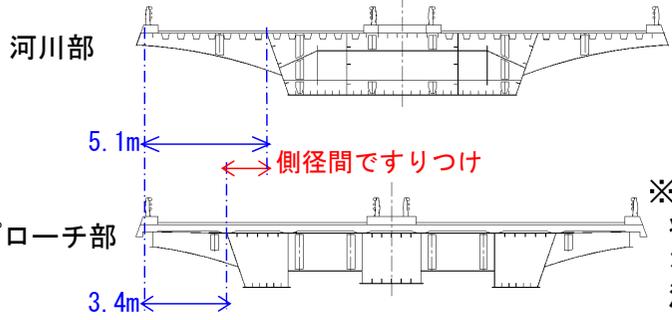
( )内数値は、陸上部桁高を示す。



## ■比較 アプローチ部を含む橋梁全体の検証

＜筑後川橋梁（早津江川橋梁）＞  
 （8）アプローチ部との連続化

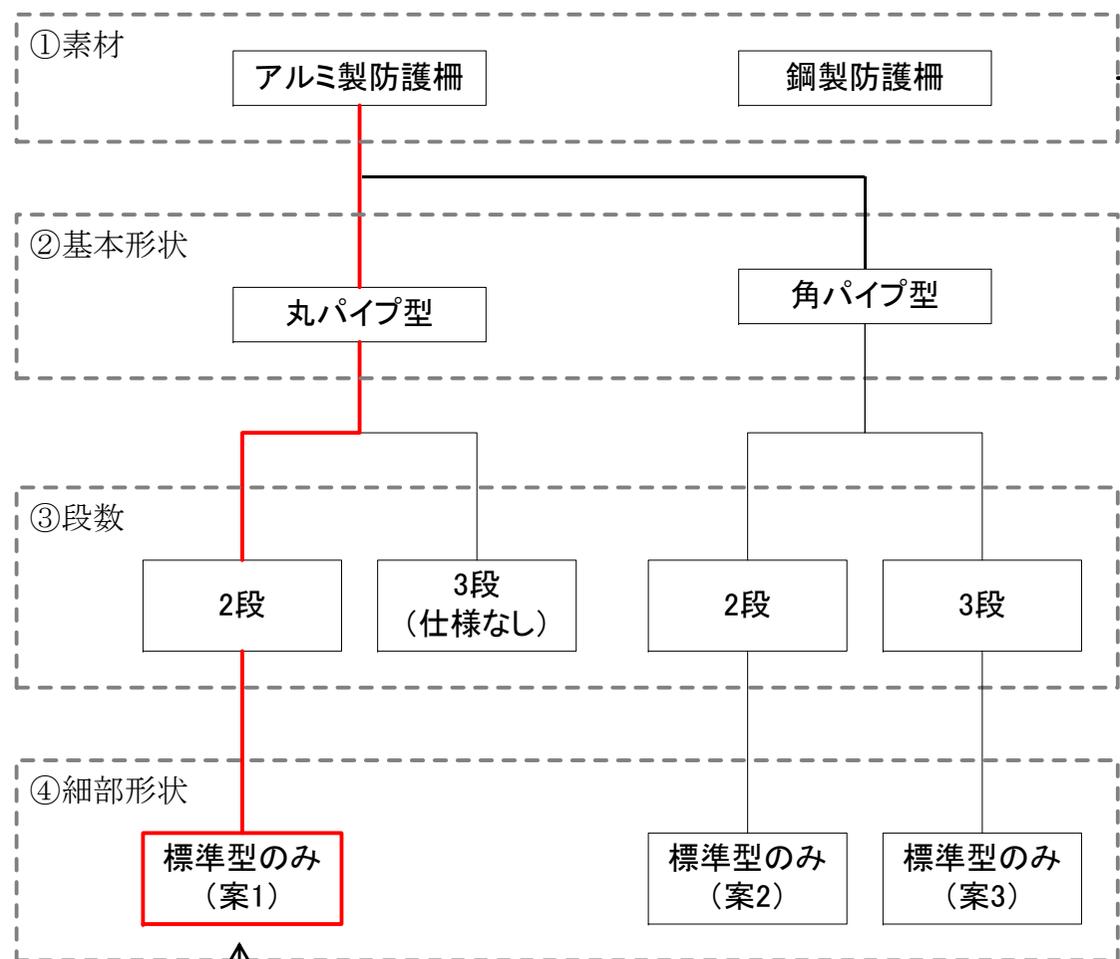
推奨する渡河部補剛桁断面とアプローチ部断面との連続性  
 （横への広がり感）を確認

		予備設計時	景観分科会推奨案
①アプローチ断面形状		 	  <p>※アプローチ部断面形状は上下線一体構造となることを踏まえ、経済性、維持管理性に優れた箱断面を提案</p>
		<p><b>問題点</b></p> <p>河川部からアプローチ部に至る構造形式の違いによる張出し長や高さの段差で、桁のライン連続性が分断する。</p>	<p><b>解決策</b></p> <p>上部工の斜めウェブを有する箱桁の採用により、河川部の上部工と同じ見え方にする。                  側径間で床版張出し長とブラケット形状をアプローチ部にすり付け、段差を付けない。</p>

## 2. 2 風洞試験までに決定すべき桁形状等

### (9) 防護柵形状

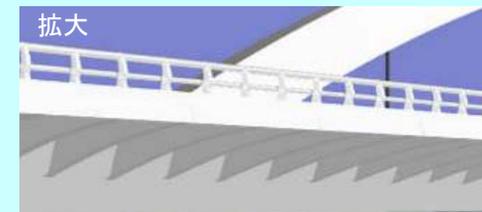
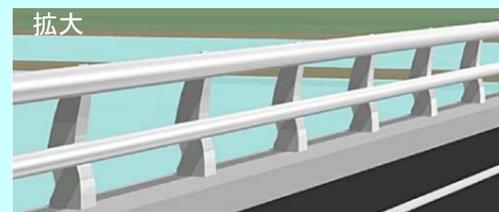
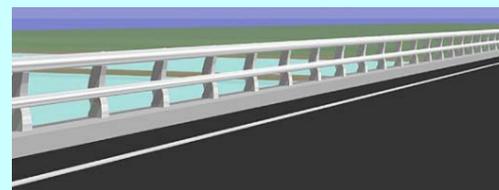
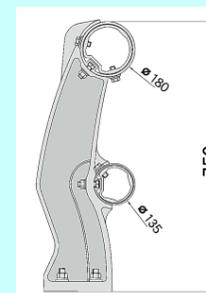
- ・ 設計速度及び車両が路外逸脱した場合の危険度より防護柵の種別はSB種となる
- ・ SB種は仕様が少なく以下のような構成である



有明海沿岸での腐食環境が厳しい架橋条件であり、耐久性に優れるアルミ製を基本とする

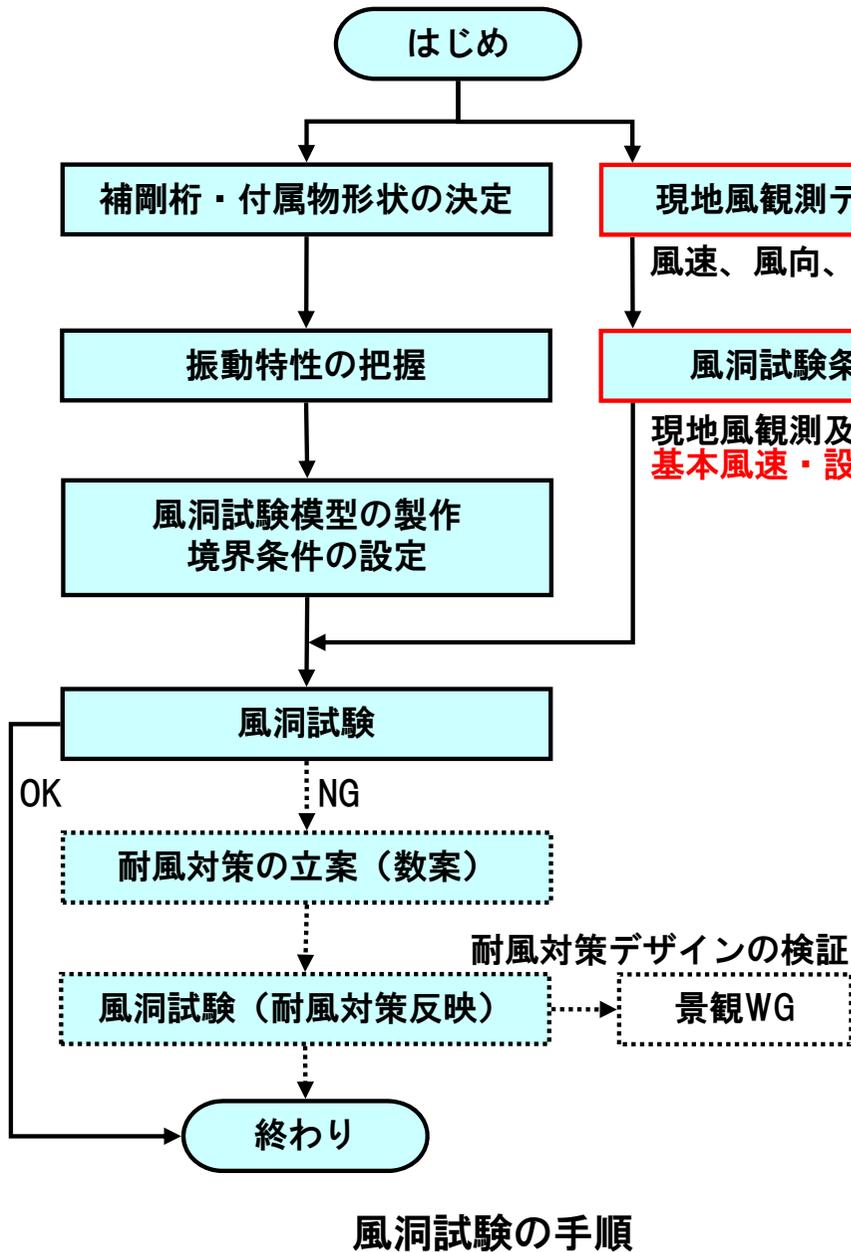
#### 採用案

#### 丸パイプ型



最も透過性に優れる丸パイプ、2本ビームを採用

## 3. 1 風洞試験の手順



**【風洞試験条件】**

- ① 現地風観測データより設定する条件
  - ・ 基本風速
  - ・ 設計基準風速
  - ・ 迎角
- ② 道路橋耐風設計便覧に準拠する条件
  - ・ 地表粗度区分
  - ・ 乱れ強さ
- ③ 橋梁幾何より決定する条件
  - ・ 代表高度

**【風洞試験目的】**

- ・ 渦励振の発現振幅が許容振幅以下であることの確認
- ・ 設計基準風速が発散振動発現風速以下であることの確認

渦励振と発散振動のイメージ

風速と振幅の関係

渦励振 : 低風速の限られた風速範囲で発現する振動  
 発散振動 : ある風速以上で急激に振幅が大きくなる振動

## 3. 2 現地風観測データの整理

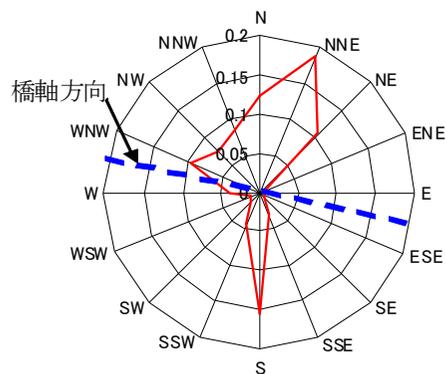
現地風観測点の位置図・状況及び風観測諸元を示す。



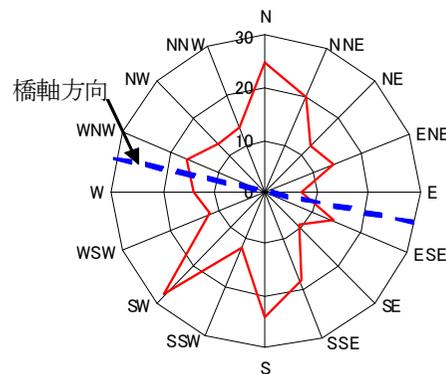
現地風観測点状況

風観測諸元

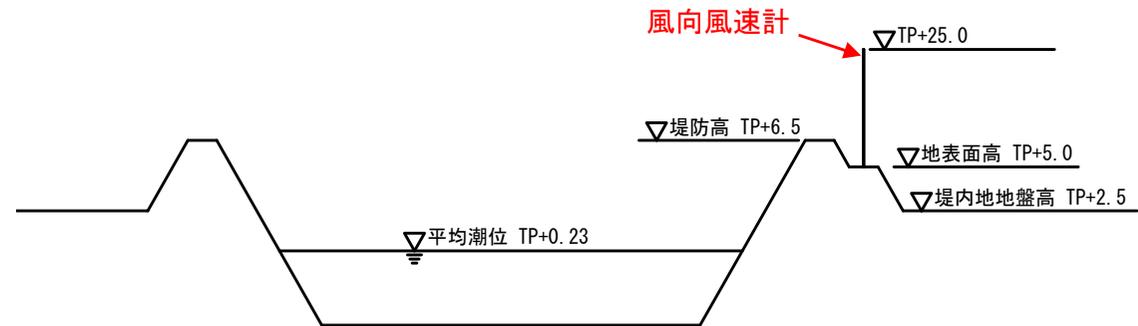
項目	内容	備考
風向風速計	3次元超音波風速計	
風速計高度	地表面 (TP+5.0) から20m	
計測期間	平成14年6月1日～平成20年12月1日 計1267日 (欠測期間除く)	24時間計測



架橋地点風配図



風向別最大風速



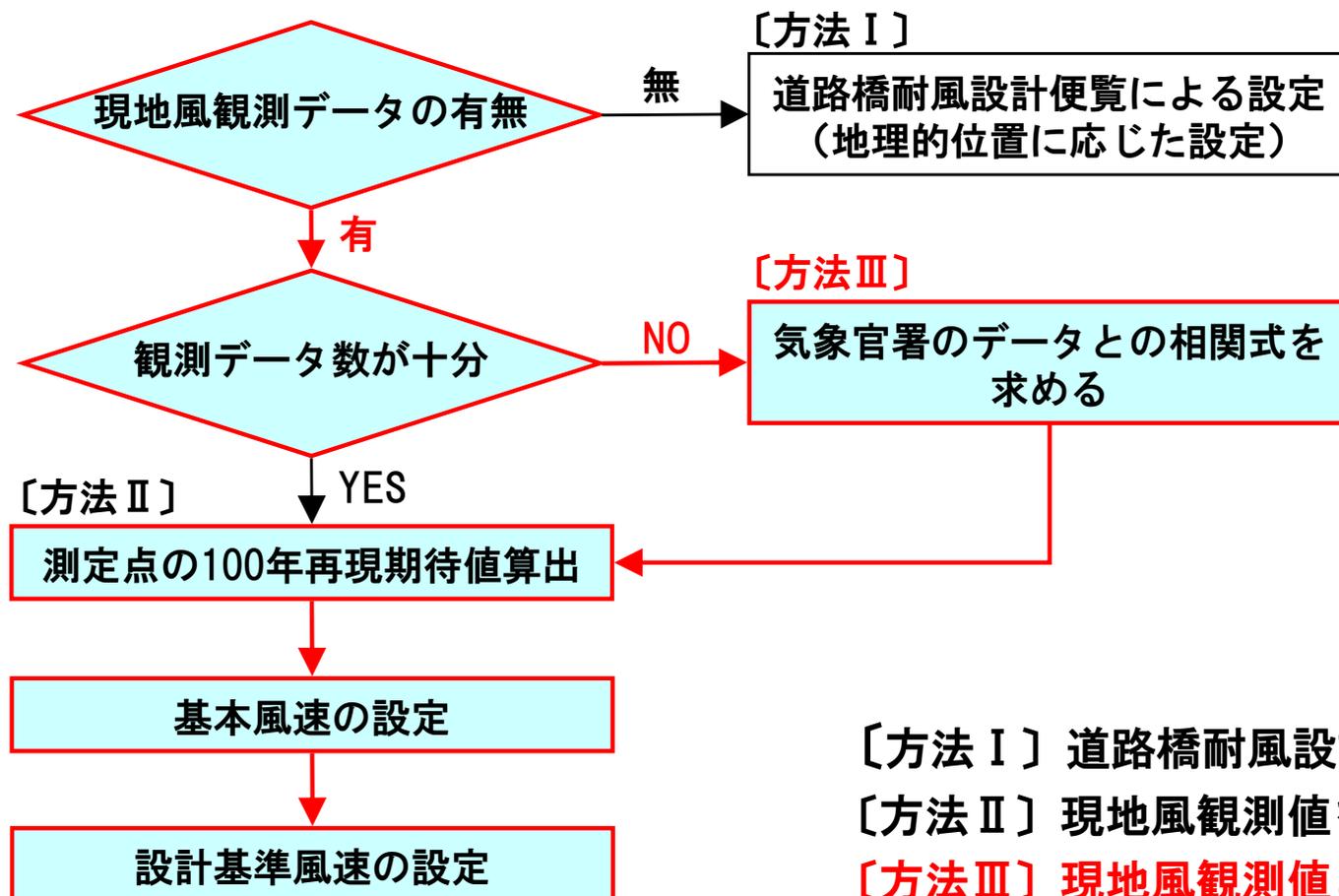
周辺の標高

## 3. 3 風洞試験条件の設定

## (1) 基本風速・設計基準風速

## ①基本風速・設計基準風速の設定方法

現地風観測データ量は3年程度であり、単独の統計処理による100年再現期待値は精度上問題がある。従って、**近隣気象官署データとの相関解析により設定する。**



基本風速・設計基準風速の設定フロー

〔方法Ⅰ〕 道路橋耐風設計便覧による方法

〔方法Ⅱ〕 現地風観測値を統計処理する方法

〔方法Ⅲ〕 現地風観測値と近隣気象官署データの  
相関解析による方法

## 3. 3 風洞試験条件の設定

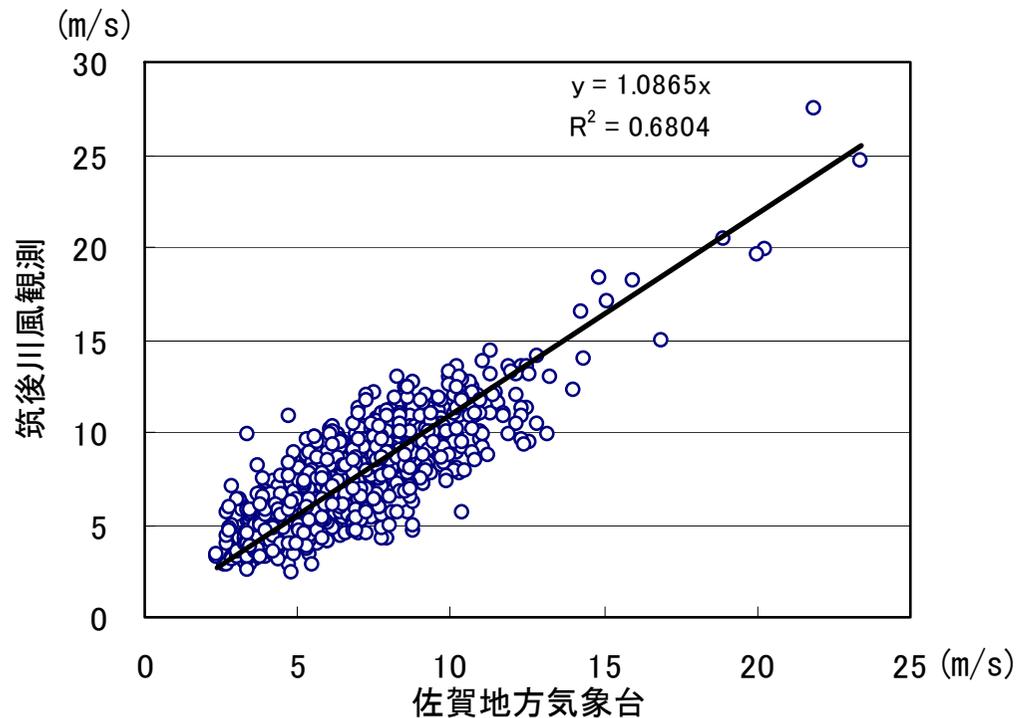
### (1) 基本風速・設計基準風速

#### ② 気象官署のデータとの相関式

架橋地と同じ筑後平野に位置し84年間の年最大風速記録がある佐賀地方気象台を対象に、現地風観測データとの相関解析を実施

#### 佐賀地方気象台との回帰式

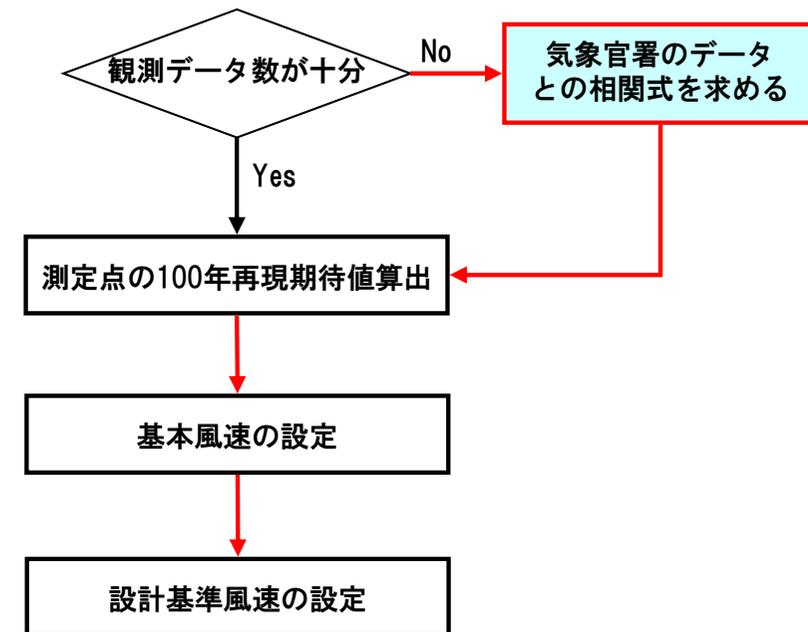
$$(\text{筑後川最大風速}) = 1.0865 \times (\text{佐賀最大風速})$$



筑後川風観測と佐賀地方気象台の日最大風速の相関



架橋位置と近接気象官署



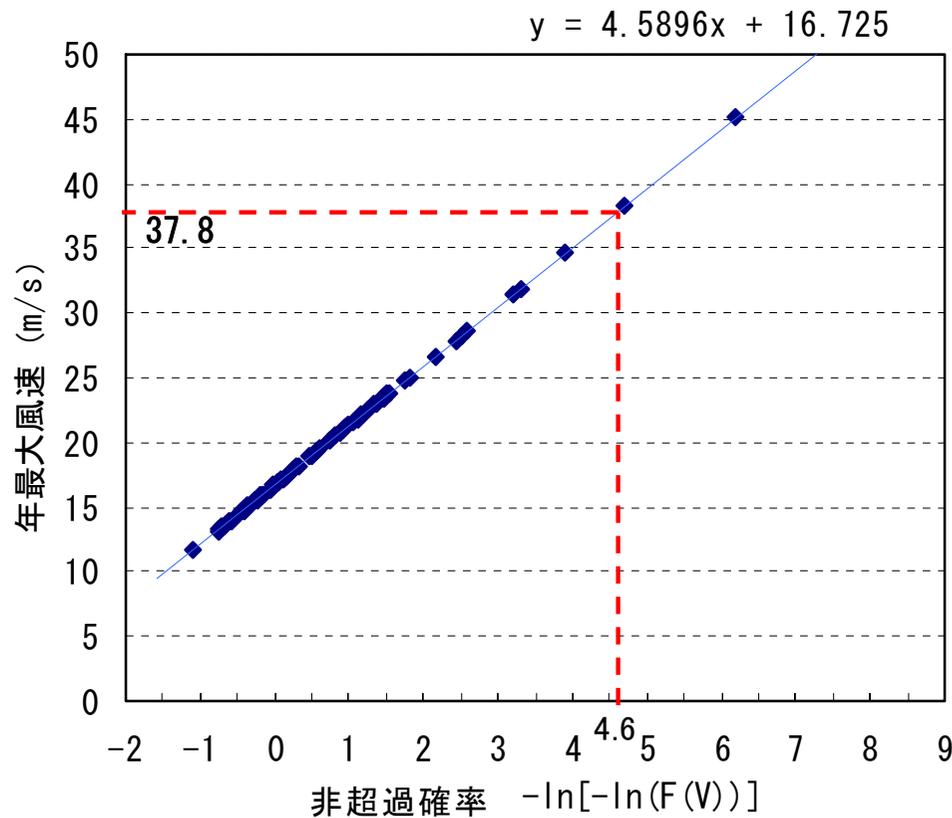
基本風速・設計基準風速の設定フロー

## 3. 3 風洞試験条件の設定

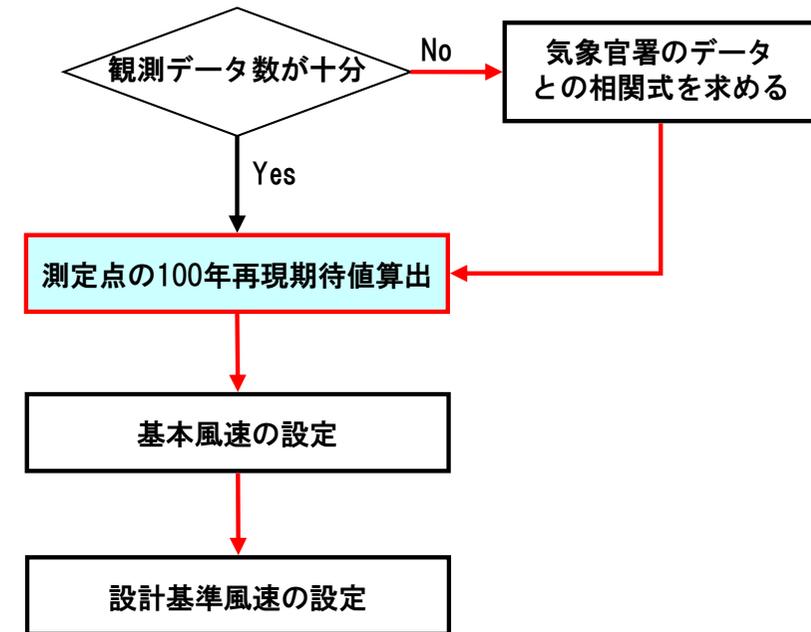
### (1) 基本風速・設計基準風速

#### ③測定点の100年再現期待値

佐賀地方気象台における年最大風速100年再現期待値として**37.8m/s**を設定



佐賀地方気象台の年最大風速の極値分布



基本風速・設計基準風速の設定フロー

#### ④測定点の100年再現期待値は、佐賀地方気象台との回帰式より

$$1.0865 \times 37.8\text{m/s} = 41.1\text{m/s} \text{ を設定}$$

## 3. 3 風洞試験条件の設定

### (1) 基本風速・設計基準風速

#### ⑤基本風速の算定

測定点から架橋地の基本風速に補正

$$41.1 \div 1.33 \text{ (補正係数)} \Rightarrow 31.0\text{m/s (TP+10m)}$$

※道路橋耐風設計便覧による基本風速

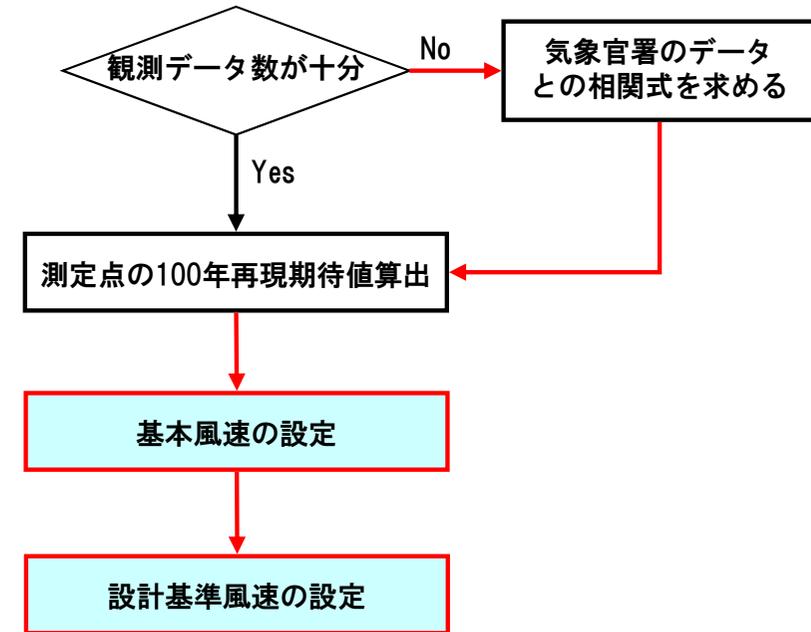
30.0m/s (TP+10m)

#### ⑥設計基準風速の設定

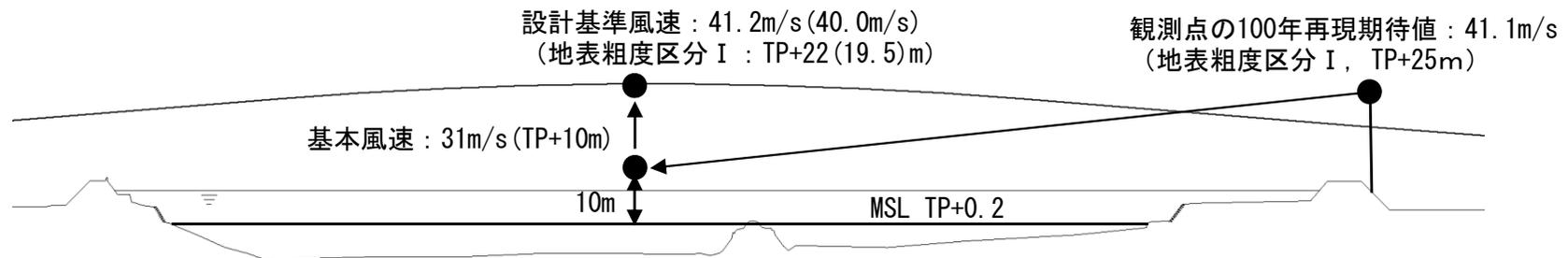
道路橋耐風設計便覧に準拠し、地表粗度区分及び標高の補正を行い算定

筑後川橋梁 41.2m/s (31 × 1.33(補正係数;20m~25m))

早津江川橋梁 40.0m/s (31 × 1.29(補正係数;15m~20m))



基本風速・設計基準風速の設定フロー



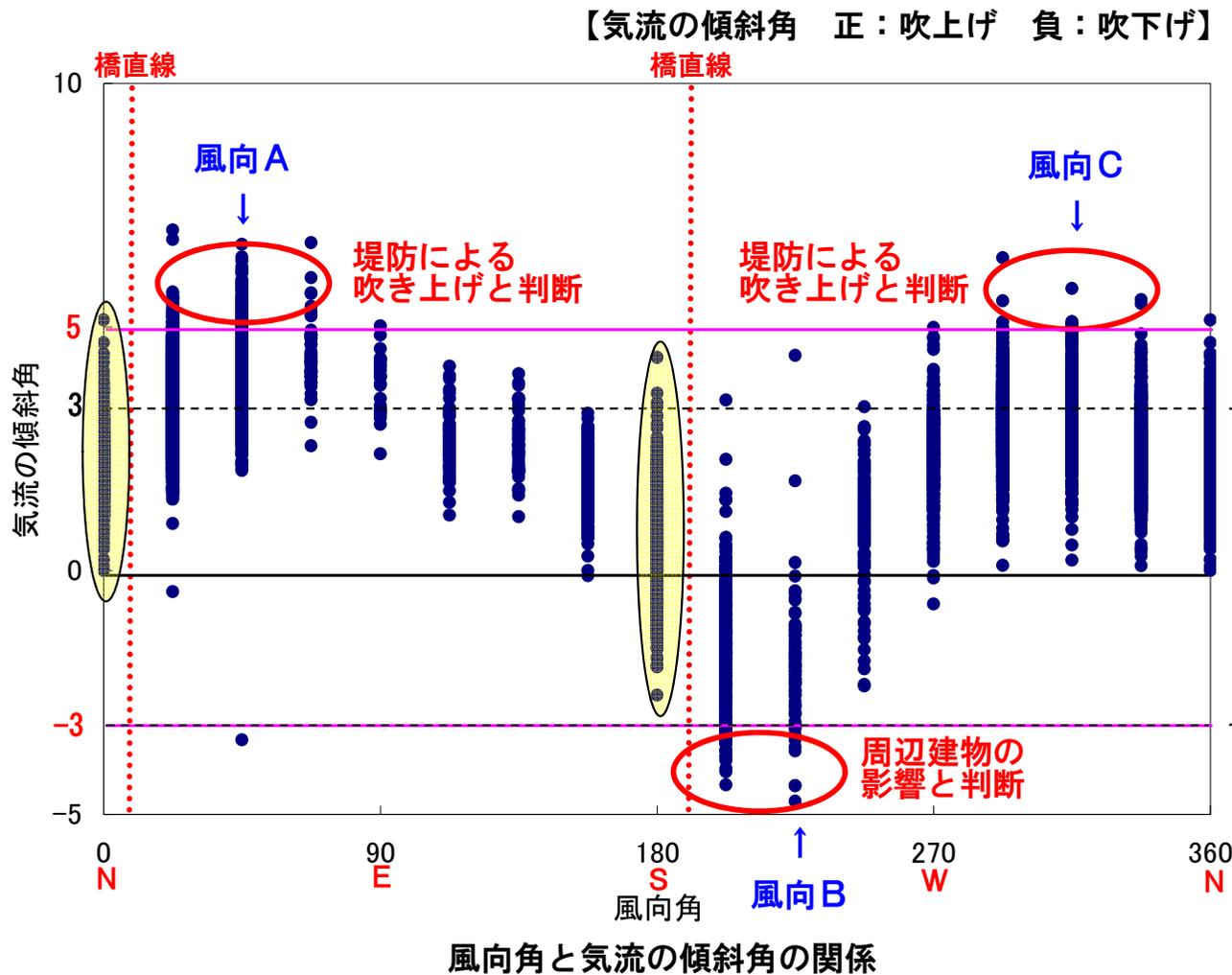
設計基準風速の設定方法の概念図

## 3. 3 風洞試験条件の設定

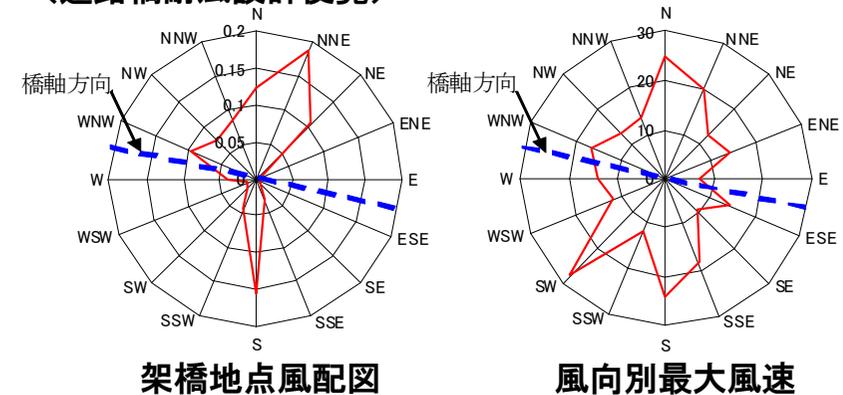
### (2) 迎角

迎角は、風洞試験の主対象となる南北気流の傾斜角を包括できる $-3 \sim +5^\circ$ の範囲とする。  
 このとき、その他方位の傾斜角についても、特異値を除き概ね包括できている。

〔参考〕道路橋耐風設計便覧：平坦地形における一般的な迎角範囲 $\pm 3^\circ$



平坦地形における一般的な迎角範囲  $\pm 3^\circ$   
 (道路橋耐風設計便覧)



## 3. 4 風洞試験に用いる風の条件

風洞試験条件一覧表

	筑後川橋梁	早津江川橋梁	備 考
基本風速	31.0m/s		<b>事務局提案値</b> 【同路線橋梁事例】 矢部川橋 34.0m/s 大牟田高架橋 30.0m/s
地表粗度区分	I		道路橋耐風設計便覧に準拠 幅100m程度以上の河川を跨ぐ 場合、河川部周辺の地表粗度 区分を1つずらす（Ⅱ→Ⅰ）
代表高度	22.0m	19.5m	路面計画高の最大値
設計基準風速	41.2m/s	40.0m/s	<b>事務局提案値</b> 【同路線橋梁事例】 矢部川橋 37.1m/s 大牟田高架橋 38.7m/s
迎 角	-3~+5°		<b>事務局提案値</b> 【同路線橋梁事例】 矢部川橋 -3~+5° 大牟田高架橋 -3~+3°
乱れ強さ	0.13	0.14	道路橋耐風設計便覧に準拠

## 4.1 今後のスケジュール

注) 下記の流れは、審議状況により適宜変更する。

