

# 筑後川・早津江川橋梁 設計検討委員会報告

平成26年10月

有明海沿岸道路 筑後川・早津江川橋梁設計検討委員会

## はじめに

本報告書で計画提示している筑後川・早津江川橋梁は、佐賀県から福岡県に至る有明海沿岸の都市群を連絡し、渋滞解消と地域間の交流促進に資する延長 55km の有明海沿岸道路（地域高規格道路）の筑後川及び早津江川に架かる橋梁である。計画位置は、表層付近に有明粘土と呼ばれる軟弱な粘性土が厚く堆積し、さらには、漁業や稲作を主体とした農業が盛んな地域であり、環境影響に対する制約も多い。「有明海沿岸道路 筑後川・早津江川橋梁設計検討委員会」（以降、設計検討委員会）では、周辺景観・環境と調和を図りつつ、長大橋としての構造・施工性、軟弱地盤対策などの技術課題を並行して検討を進めてきた。

また、設計検討委員会は、「景観」と「地盤・構造」といった異分野に関して、専門的かつ総合的な判断を行うため、「景観分科会」「地盤・構造分科会」を設置し、幅広い観点からより専門的な検討を行ってきた。

平成 24 年 1 月には、設計検討委員会の検討状況を”中間報告”として、両橋梁とも鋼床版箱桁橋、鋼アーチ橋、鋼斜張橋の 3 つの案に絞り込む過程をとりまとめ、公表している。その後平成 24 年 6 月には、”推奨橋種の選定”として、3 案から推奨橋種（鋼アーチ橋）を選定する過程をとりまとめ、いずれも公表している。

本報告書は、“推奨橋種の選定（H24.6）”以降の景観分科会や地盤・構造分科会での議論をとりまとめたものである。検討にあたっては、デザインコンセプトを具体化するための色彩検討、歴史遺産への配慮方法、当該地域特有の軟弱地盤に対する沈下リスクや耐震設計、特殊橋梁としての耐風対策や板組検討などを実施している。

平成 23 年 9 月から 3 年にわたる設計検討委員会での討議にご尽力頂いた委員各位、本報告書の作成にご協力頂いた関係各位に厚くお礼を申し上げる次第である。

平成 26 年 10 月

有明海沿岸道路 筑後川・早津江川橋梁設計検討委員会

委員長 日野 伸一

# 目 次

<b>1. 事業の概要</b> .....	<b>1</b>
1.1. 路線概要.....	1
1.2. 筑後川橋梁・早津江川橋梁周辺の道路計画.....	2
1.3. 委員会等の設立について.....	3
<b>2. 推奨橋種の選定経緯</b> .....	<b>4</b>
2.1. 2橋共通のデザインコンセプト.....	4
2.2. 筑後川橋梁のデザインコンセプト.....	5
2.3. 早津江川橋梁のデザインコンセプト.....	6
2.4. 推奨橋種の選定（比較検討橋種の評価）.....	7
<b>3. 筑後川橋梁・早津江川橋梁のデザイン</b> .....	<b>8</b>
3.1. デザイン方針.....	8
3.2. 渡河部.....	14
3.3. アプローチ部デザイン（2橋共通）.....	29
3.4. 色彩.....	32
3.5. イメージパース.....	44
<b>4. 筑後川橋梁・早津江川橋梁の構造設計における工夫</b> .....	<b>45</b>
4.1. 検討の流れと概要.....	45
4.2. 耐風設計.....	46
4.3. 耐震設計.....	56
4.4. 地盤検討.....	60
4.5. 板組検討.....	64
4.6. 維持管理計画.....	75
<b>5. 施工計画</b> .....	<b>79</b>
5.1. 筑後川橋梁の施工計画.....	79
5.2. 早津江川橋梁の施工計画.....	82
<b>6. 今後の作業</b> .....	<b>83</b>
6.1. 大判塗り板による色彩の現地確認.....	83
6.2. 載荷試験.....	84
<b>7. オープンハウス（参考）</b> .....	<b>88</b>

# 1. 事業の概要

## 1.1. 路線概要

有明海沿岸道路は、福岡県大牟田市と佐賀県鹿島市を結ぶ延長約55kmの地域高規格道路であり、地域間の連携や交流促進、空港や港湾などの広域交通拠点へのアクセス向上を目的としている。平成26年10月現在、福岡県内では一般道路を含め25.7km、佐賀県内では嘉瀬南IC～芦刈IC間の4.5kmが供用されている。

これまでの整備により、大牟田市から佐賀空港へのアクセスが約20分短縮される等の事業効果が現れており、今後の事業進展により更なる利便性向上が期待されている。



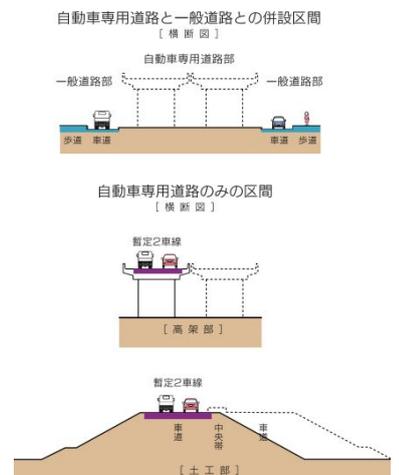
有明海沿岸道路の沿線地域と広域交通拠点

このうち、三池港IC～(仮)諸富IC間は、福岡国道事務所において事業を進めている。

- 平成20年3月29日 大牟田IC～高田IC間(自専道)、大和南IC～柳川西IC間(一般道)、柳川西IC～大川東IC間(自専道)、大川東IC～大川中央IC間(一般道)が開通
- 平成21年3月14日 高田IC～大和南IC間(自専道)が開通
- 平成24年1月29日 三池港IC～大牟田IC間(自専道)が開通
- 平成24年9月9日 大和南IC～徳益IC間(自専道)が開通
- 平成29年度 徳益IC～柳川西IC間(自専道)開通見通し



有明海沿岸道路 (福岡国道事務所管轄)



横断面図

## 1.2. 筑後川橋梁・早津江川橋梁周辺の道路計画

筑後川橋梁、早津江川橋梁は、有明海沿岸道路の福岡県と佐賀県の県境付近に位置し、九州最大の河川である筑後川及び早津江川を渡河する橋梁である。



筑後川橋梁・早津江川橋梁周辺の道路計画

筑後川橋梁、早津江川橋梁周辺の道路計画の概要を以下に示す。

- ・ 都市計画決定（嵩上げ式）  
徳益IC～大野島IC間 平成11年1月  
大野島IC～佐賀市嘉瀬町間 平成20年2月
- ・ 接続道路  
筑後川橋梁起点側に大川中央ICがあり、都計道堤上野線に接続  
筑後川橋梁、早津江川橋梁間に大野島ICがあり、都計道大野島インター線に接続  
早津江川橋梁終点側に（仮）諸富ICがあり、国道444号に接続
- ・ IC間距離  
大川中央IC～大野島IC間 約1.8km  
大野島IC～（仮）諸富IC間 約1.7km

### 1.3. 委員会等の設立について

筑後川橋梁、早津江川橋梁が計画される筑後川下流域は、広大な筑後平野に位置し、福岡県と佐賀県をつなぐ要所に位置する。

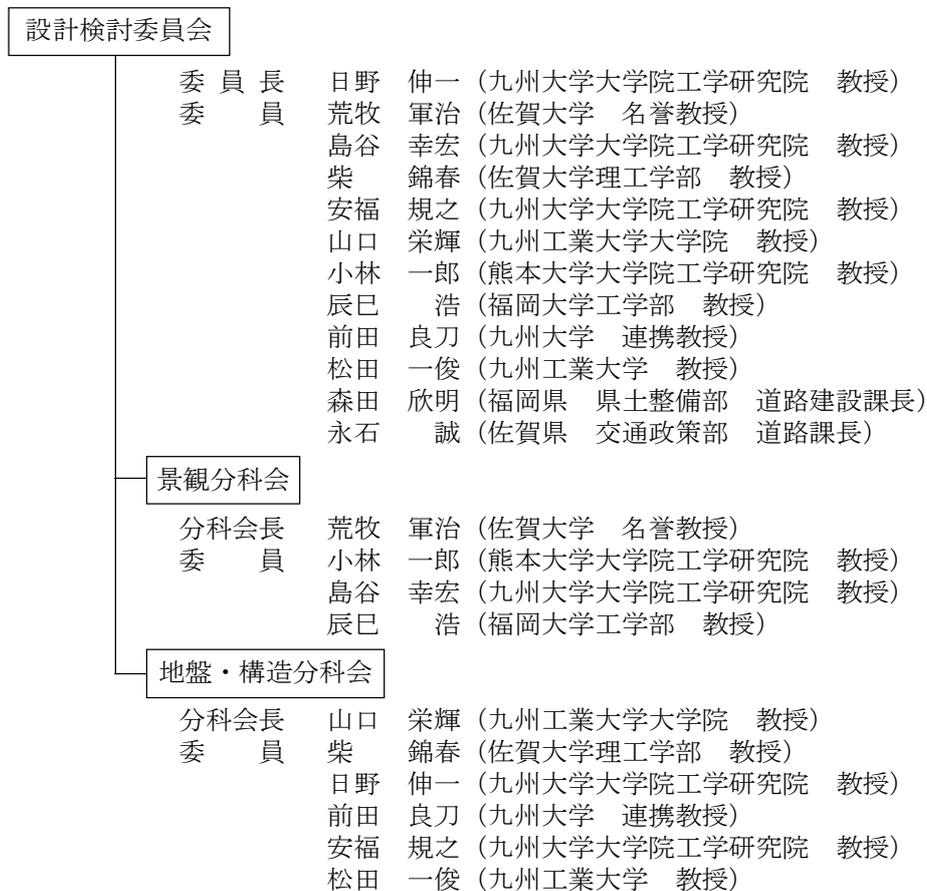
また、筑後川には土木学会選奨の土木遺産であるデ・レイケ導流堤や、国指定重要文化財である昇開橋があり、早津江川には産業遺産である三重津海軍所跡（現在、世界遺産暫定リスト登録）がある。両橋の設計に際しては、これらの周辺風景や歴史遺産に十分配慮する必要がある。

このような状況を踏まえ、平成21年7月に有識者を含めた筑後川・早津江川橋梁に関する「基本設計に関する打合せ」を設立し、平成23年7月まで計4回の打合せを開催し、現地の周辺環境・景観等に十分考慮した上で、橋梁設計に向けての基本的な考え方をとりまとめた「デザインコンセプト」を策定した。

一方、構造的な観点からは、両橋梁が大きな河川を渡河する長大橋梁になること、架橋地盤が有明海沿岸部特有の「有明粘土」と呼ばれる非常に軟弱な粘性土であることより、専門的な知見を有した組織体制づくりが必要であった。

そこで、「基本設計に関する打合せ」の継承と技術的な検討を総合的に審議していくため、平成23年9月に「有明海沿岸道路 筑後川・早津江川橋梁設計検討委員会」（以降、設計検討委員会）を設立、同時に専門的な分野での検討を実施するため、「景観分科会」及び「地盤・構造分科会」を設立した。

これまで設計検討委員会8回、景観分科会5回、地盤・構造分科会4回を実施し、景観、地盤・構造の観点から架橋特性に適した橋種の選定、そして橋梁ごとに詳細な議論を行ってきた。



委員会・分科会体制

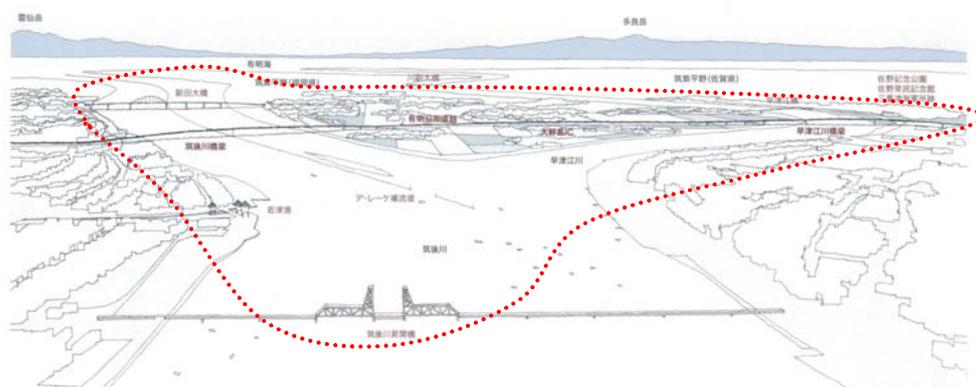
## 2. 推奨橋種の選定経緯

### 2.1. 2橋共通のデザインコンセプト

#### (1) 橋梁周辺の景観特性と橋梁計画の基本的な考え方

広がりのある平坦な地形の中で、人々に守られ続けてきた昇開橋とデ・レイケ導流堤、三重津海軍所跡等の歴史遺産群、さらに日本一の干満差で変化に富んだ表情を有する有明海と背景に連なる山々等、歴史遺産と自然に囲まれた周辺風景そのものが地域の象徴＝シンボル（主役）となっている。

筑後川橋梁と早津江川橋梁の2橋は、歴史遺産に寄り添う姿やこの貴重な風景と調和した美しい姿にて共演することにより、この地域のシンボル性をさらに高めていくことが求められる。風景全体を構成する一員として、主張しすぎることなく準主役級（昇開橋、デ・レイケ導流堤も同様）の役割を持って風景全体を引き立て合うことが求められる。



筑後川橋梁・早津江川橋梁と周辺資源

#### (2) 景観上求められる主な配慮事項

- ・ 筑後川橋梁と早津江川橋梁は、距離が近く同時に見ることができる。また、歴史遺産と自然に囲まれた風景と共存するためには、同一コンセプトに基づく橋梁計画が望ましい。
- ・ 貴重な風景と調和し、この地域のシンボル性をさらに高めていくためには、主張しすぎることなく準主役級の役割を果たしつつ、洗練された質の高い橋梁にすることが求められる。
- ・ 昇開橋やデ・レイケ導流堤、三重津海軍所跡などの歴史遺産との関わりにおいて、十分に配慮することが必要である。筑後川橋梁は、昇開橋と同時に見られる視点があり、干潮時にはデ・レイケ導流堤も視認することができる。早津江川橋梁は、三重津海軍所跡と近接するため、近視点における印象が景観を大きく左右する。これらの歴史遺産との関係においては、歴史遺産を尊重し尊敬の念をもって接し、橋梁が自己主張するようなシンボルではなく、歴史遺産と寄り添う関係にあることが必要である。

#### (3) 2橋共通のデザインコンセプト

上記配慮事項より、2橋は歴史遺産群や周辺風景との関わり方が重要であることから、以下の景観整備目標を設定した。

「昇開橋、デ・レイケ導流堤、三重津海軍所跡をはじめとする既存施設に寄り添い、景観資源との調和を図りながらも洗練された質の高い橋」



## 2.2. 筑後川橋梁のデザインコンセプト

### (1) 景観特性を踏まえた基本的な考え方

筑後川の水流を整え、船の航行を120年間に亘って確保し、近代土木遺産に指定されているデ・レイケ導流堤。今後もその機能を阻害することなく、保全して行くことにより、筑後の水文化を将来に継承していくことが求められる。

地域のシンボルである上流側の昇開橋（トラス橋）と下流側の新田大橋（アーチ橋）の間に架かる橋梁として、また、九州最大の河川である筑後川を渡河する橋梁として、橋梁群や周辺風景を引き立てる役割が求められる。

そして、舟運と共存するため大型船の航行に配慮された昇開橋、ガタ土の堆積防止や船の航行確保の機能を有しているデ・レイケ導流堤、有明海特有の大きな干満とそこにエツ漁や航行する船、これらの水との関わりが深い地域性を踏まえ、水辺からの見え方も重要視し、筑後の水文化が集約された代表的な風景を後世に残していくことが求められる。

### (2) 筑後川橋梁に求められる主な配慮事項

- ・平坦で広がりのある田園・河口景観を基調とし、脊振等の山々を遠景にのぞむ。この広がりのある風景と調和し、かつ橋上からの眺望を阻害しないようにする。
- ・地域のシンボルのひとつである昇開橋（トラス橋）と新田大橋（アーチ橋）の間に架橋され、両橋が筑後川橋梁を見る視点場であると共に、同時に見られる対象でもある。筑後川に架かる橋梁群の一員として、橋梁の形態や規模の調和を図ることが求められる。
- ・文化や歴史を後世に継承していく一員として、筑後川の水文化や地域の歴史を支えてきた昇開橋やデ・レイケ導流堤に敬意を表し、河川からの見え方について配慮し、また、デ・レイケ導流堤の水利機能を阻害しないようにする。

### (3) デザインコンセプト

上記配慮事項より、筑後川橋梁は、歴史遺産や周辺風景と調和した姿やデ・レイケ導流堤が作り出す筑後川の水文化への敬意が重要であるため、以下の目標像を設定した。

「デ・レイケ導流堤や昇開橋と共に、筑後の水文化を継承する橋」



#### 参考：デ・レイケ導流堤に関する委員会の判断

土木構造物としての歴史遺産の価値を守るということは、姿や形だけではなく、その機能を保全し維持することが重要である。

導流堤の改変を最小限に抑制しつつ、機能保全（航路の維持や筑後川水文化を受け継ぐ）が重要との認識に立ち、橋梁計画における合理性や河川利用に配慮した結果、デ・レイケ導流堤上に橋脚を配置する案も候補に入れざるを得ないという結論に至った。



デ・レイケ導流堤

## 2.3. 早津江川橋梁のデザインコンセプト

### (1) 景観特性を踏まえた基本的な考え方

早津江川橋梁は、国産初の蒸気船の製造を行い、鉄の鍛冶や銅の鋳物製造が行われた幕末の工業先進地である三重津海軍所跡に近接して、歴史遺産と一体的に見られる橋梁となる。日本の在来技術と西洋の最新技術が融合し、新しい日本の文化を力強く切り開いてきた、近代的なものづくり発祥の地に架かる橋として、必要以上に主張せず、貴重な文化的価値に負担をかけないように三重津海軍所跡に寄り添うことが求められる。

### (2) 早津江川橋梁に求められる主な配慮事項

- ・平坦で広がりのある田園・河口景観を基調とし、脊振等の山々を遠景にのぞむ。この広がりのある風景と調和し、かつ橋上からの眺望を阻害しないようにする。
- ・橋梁の一部は、三重津海軍所跡（歴史遺産）に架橋される。三重津海軍所跡は、当時の建物等は直接視認できないが、歴史遺産として地中に埋蔵されている。歴史遺産としての貴重な価値と場所に対して敬意を表し、当時の姿や背景などの文化的価値について尊重するものとする。
- ・三重津海軍所跡や佐野常民記念館からの近視点での見え方に配慮し、歴史遺産にかぶさるような印象は避け、文化的価値に負担をかけないように馴染ませる。
- ・橋梁が緩やかな平面曲線を有しており、近景から見られやすいことに鑑み、平面曲線を活かした橋梁を表現する。

### (3) デザインコンセプト

上記配慮事項より、早津江川橋梁は、歴史遺産や周辺風景との調和や近景からの見え方が重要であるため、以下の目標像を設定した。

#### 「三重津海軍所跡に馴染む、緩やかなラインが美しく見える橋」



#### 参考：三重津海軍所跡に関する委員会の判断

三重津海軍所跡に有明海沿岸道路は隣接するため、景観への配慮を考える上では、三重津海軍所跡近傍からの視点が特に重要であり、周りの風景に負担を掛けないように、できるだけ圧迫感を軽減可能で軽快な印象を与える橋種を優位に評価していく。



三重津海軍所（佐野常民記念館所蔵）

## 2.4. 推奨橋種の選定（比較検討橋種の評価）

推奨橋種の選定では、架橋位置の適用橋種 8 案に対し総合評価を行い、経済性、構造的、施工性、維持管理性、景観性による総合評価により以下の 3 案に絞り込みを行った（一次選定）。

2 次選定では、概略設計計算や施工計画、概算工事費等を算出し再度総合評価を行い、以下の比較表にとりまとめた。推奨橋種の選定は、地元オープンハウスや委員会での議論を経て、デザインコンセプトに最もマッチした鋼アーチ橋案を採用した。

詳細は“推奨橋種の選定（H24.6）”を参照。

鋼床版桁橋	
イメージ パース	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>筑後川橋梁</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>早津江川橋梁</p>  </div> </div>
経済性	ライフサイクルコスト（建設費と維持管理費の合計）は、 <b>最も安価</b> となります。
景観性	水平な主桁のみで構成されたシンプルな構造であるため、横への広がりのある周辺景観と調和しますが、昇開橋と比べ印象が薄く <b>橋梁群に埋没してしまいます</b> 。一方、桁高及び橋脚高ともに高く、 <b>デ・レイケ導流堤や三重津海軍所跡に与える圧迫感が最も大きく</b> なります。
構造的	風により大きな振動が生じることが予想されますので、 <b>耐風対策が必要となります</b> （数億円の付加）。また、橋脚高が高く基礎も大きいため、 <b>圧密沈下のリスクが高</b> くなります。点検は、 <b>橋上構造物がないため最も容易</b> です。
施工性	張出し架設工法を計画していますが、同規模橋梁の <b>実績は極めて少なく</b> 、筑後川橋梁は最大クラスの張出し架設となります。
鋼アーチ橋	
イメージ パース	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>筑後川橋梁</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>早津江川橋梁</p>  </div> </div>
経済性	ライフサイクルコスト（建設費と維持管理費の合計）は、鋼床版桁橋 1 としたとき <b>鋼アーチ橋は 1.05</b> となります。
景観性	アーチの曲線形状により河川を軽やかに渡っている軽快感があり、 <b>横への広がりをより印象づけます</b> 。桁高及び橋脚高がともに低くなり、 <b>デ・レイケ導流堤や三重津海軍所跡に与える圧迫感が最も小さ</b> くなります。また、他の橋梁群とともに <b>準主役としての役割を保持</b> できます。
構造的	風により大きな振動が生じる可能性が低く、 <b>風に対する懸念がありません</b> 。また、橋脚高が低く基礎も小さいため、 <b>圧密沈下のリスクが低</b> くなります。アーチ部分の点検は、高所作業車にて実施できるため比較的容易です。
施工性	ケーブルエレクション架設工法は <b>実績が多く</b> 、架設時の精度管理も容易です。
鋼斜張橋	
イメージ パース	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>筑後川橋梁</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>早津江川橋梁</p>  </div> </div>
経済性	ライフサイクルコスト（建設費と維持管理費の合計）は、鋼床版桁橋を 1 としたとき鋼斜張橋は 1.04 となります。
景観性	主塔による鉛直イメージが強く、 <b>横への広がりのある周辺景観に対して異質感があります</b> 。橋脚高が高くなるため、 <b>デ・レイケ導流堤や三重津海軍所跡に与える圧迫感が大き</b> くなります。また、構造物としての高さが他の橋梁群 30m に対し当該橋梁 50m となり、 <b>調和に懸念が生</b> じます。
構造的	橋体は耐風対策を必要としないことが予想されますが、ケーブルの耐風対策が必要となります（数億円の付加）。また、橋脚高が高く基礎も大きいため、 <b>圧密沈下のリスクが高</b> くなります。主塔の点検は、 <b>高所作業車に加え足場を必要とするため最も煩雑</b> となります。
施工性	張出し架設工法を計画していますが、実績は多くなく、架設時には適切な精度管理が必要です。

※ 表内の赤字は有利と評価した項目、青字は不利と評価した事項を示します。

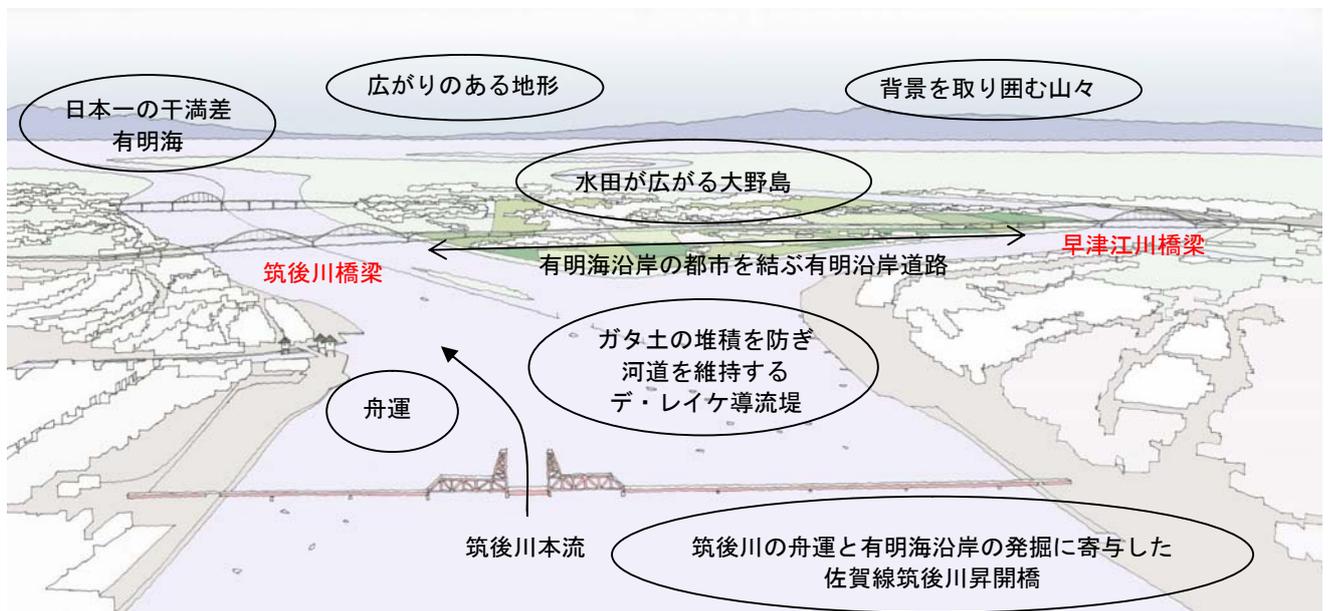
### 3. 筑後川橋梁・早津江川橋梁のデザイン

#### 3.1. デザイン方針

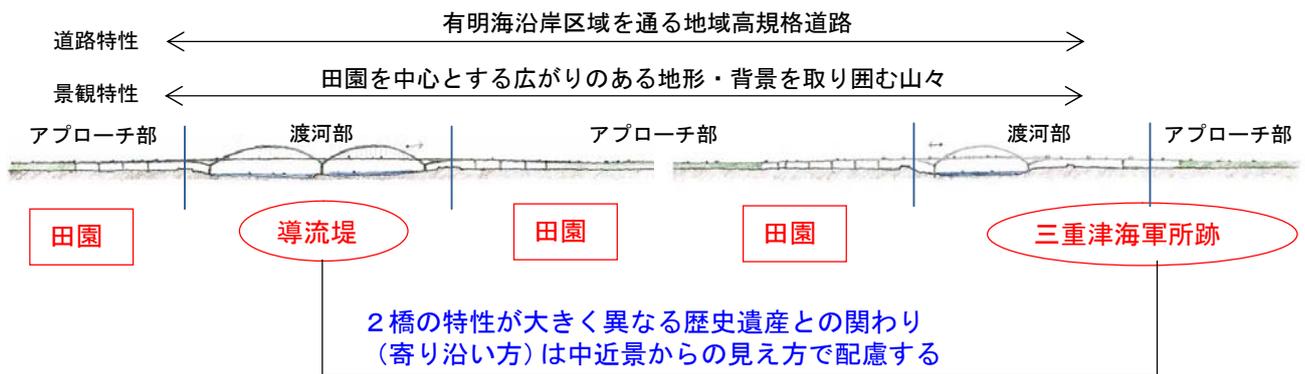
##### (1) 橋梁特性と周辺特性を踏まえた2橋のデザインの方向性

架橋地周辺の風景は、広がりのある平坦な地形の中で、昇開橋とデ・レイケ導流堤、三重津海軍所跡等の歴史遺産群、さらに日本一の干満差で変化に富んだ表情を有する有明海と背景に連なる山々等、歴史遺産と自然に囲まれた周辺風景そのものが地域の象徴＝シンボル（主役）となっている。そのため前述したように、筑後川橋梁と早津江川橋梁は風景全体を構成する一員として、主張しすぎることなく準主役級の役割を持って風景全体を引き立て合うように、「単弦アーチ橋」を採用した。

本章で詳述する各部材のデザインは、2橋の架橋位置で広域景観は変わらないため、「橋梁の基本シルエット」及び「河川部桁断面」、「アプローチ部上下部工」は合わせることを基本とする。



架橋地周辺の景観特性



同一路線であり、景観特性も共通していることから、以下の項目は2橋で合わせる

- ①中遠景での橋梁のシルエット
  - ・河川部は単弦アーチ
  - ・陸上部は桁橋
- ②河川部の桁断面及び橋面付属物
- ③アプローチ部の上下部断面

## (2) 筑後川橋梁における歴史遺産への配慮方針（デ・レイケ導流堤への配慮）

デ・レイケ導流堤は、平成20（2008）年度、土木学会選奨土木遺産Aランクに選定された。その選定理由は、「有明海のガタ土堆積を防ぎ航路確保を行うために作られ、完成から100年以上経った現在もその役割を果たしている壮大な石導流」とされている。

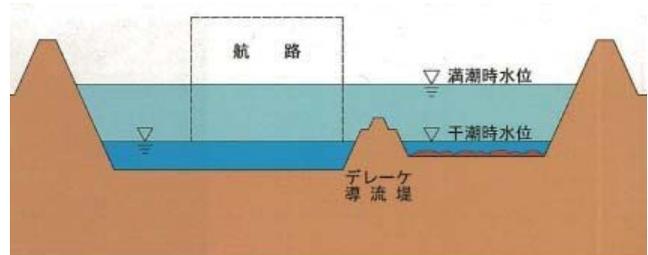
そのようなデ・レイケ導流堤へ橋脚を設置することが過年度に決定されたことから、デザイン・設計を行う上では、導流堤がいまなお有する水理機能や建設から100年以上が経過している土木遺産的価値を十分に尊重する必要がある。そのため、導流堤の特長である機能・形・歴史といった3つの観点から導流堤の本質的価値及びそれを踏まえたデザインとする上での基本方針について整理した。

### 1) 機能

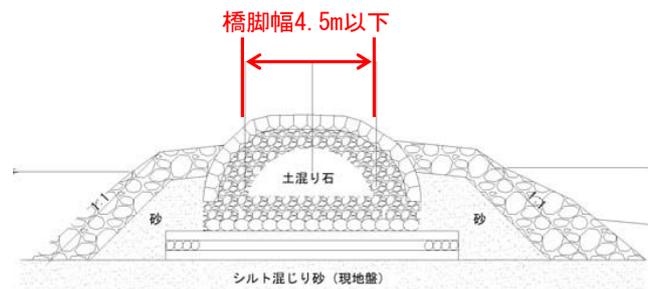
機能については、粗朶沈床工法を採用したことで、嵩上工事や埋立工事等がされなかった。そのため、地盤沈下で沈むことなく竣工時の姿をよく残していると共に、ガタ土の堆積を防ぎ、航路を確保するという機能を維持していることが特徴であり、大きな価値となっている。よって、以下の点に配慮する。

#### 【橋脚】

- ・ 導流堤の水理機能を阻害しないように、橋脚幅は導流堤幅以下の4.5mとする。
- ・ 橋脚の表面仕上げは橋脚幅が広がらないよう配慮する。



デ・レイケ導流堤の航路確保の機能



水理機能を阻害しない橋脚幅の設定

### 2) 形

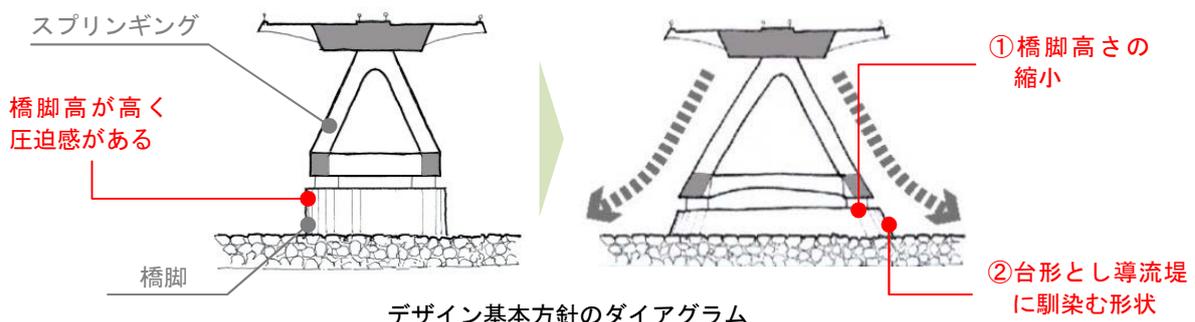
形については、雄大な筑後川の流れに沿った平面線形が特徴である。特に、約6kmの壮大な連続する石堤が干満差で姿を変え、干潮時には一斉に姿を現す土木構造物という意味ではここだけの価値である。よって、以下の点に配慮する。



干満の差で変化する風景

#### 【橋脚】

- ・ 圧迫感の軽減のため、橋脚高さを縮小する。
- ・ 導流堤に馴染む形状とするため、台形断面とする。



### 3) 歴史

導流堤は人々の手で維持管理・補修され続け、今も残る筑後の水文化の象徴の1つとなっていることが特徴である。また、100年以上前から存在し続け、明治の近代化につながる土木技術が形で残るのは大きな価値である。よって以下の点に配慮する。

#### 【橋脚】

- ・この土木遺産の「存在感」が第一となるように、橋脚表面はシンプルな仕上げとする。

#### 【スプリングング】

- ・橋脚直上に設置されるスプリングングは、軽快感のあるデザインとし、導流堤への圧迫感を低減する。

#### 【色彩】

- ・橋梁は導流堤と調和する色彩とする。



維持管理・補修されながら存在し続けるデ・レイケ導流堤



デ・レイケ導流堤を前面に出すシンプルなデザイン

### (3) 早津江川橋梁における歴史遺産への配慮（三重津海軍所跡への配慮）

早津江川橋梁の一部は三重津海軍所跡の近傍に計画されている。三重津海軍所跡は、平成 25（2013）年に「明治日本の産業革命遺産 九州・山口と関連地域」の一つとして世界遺産への推薦が決定されており、今後多くの人々が訪れることが予想される。現在は広がりのある緑の空間となっており、地中に埋蔵されている歴史遺産は直接視認できないが、歴史遺産としての貴重な価値と、幕末日本の近代化をいち早く切り開いた歴史的に意味深い場所に敬意を表し、構造物は主張することなく、重厚感を与えないシルエットが求められる。

橋種選定段階では、河川部を中路式アーチとして橋脚高を抑え、三重津海軍所跡を跨ぐ陸上部に極力桁高を抑えた断面の桁形式を採用することで、歴史遺産への配慮を行った。

細部検討においては、選定された橋梁基本形式を基に、以下の点に関して更なる歴史遺産への配慮を行い、実施案を検討する。

#### 【桁形状】

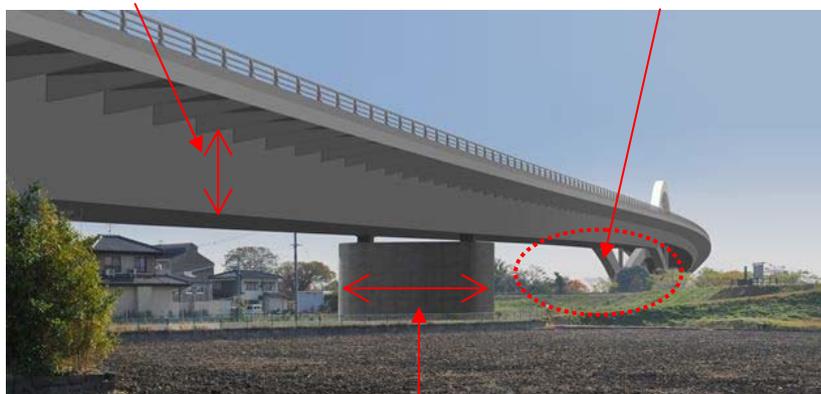
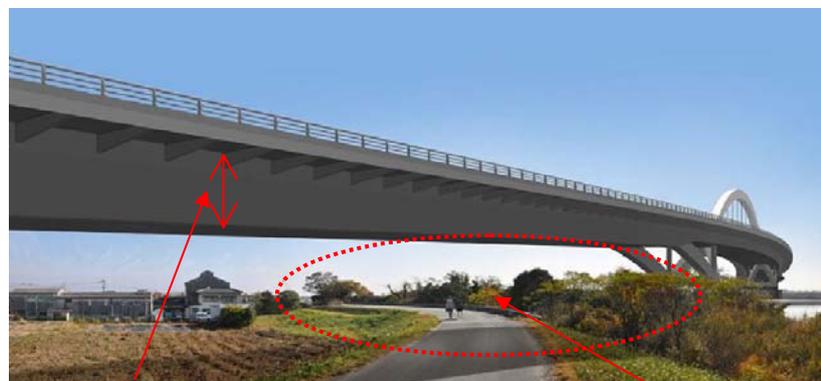
- ・ 広幅員の桁が至近に見られるため、桁側面による圧迫感や桁裏が覆いかぶさるような閉塞感を軽減する桁断面形状とする。
- ・ 連続する曲線桁が見上げられるため、シンプルで連続性、軽快感のある桁断面形状とする。

#### 【橋脚形状】

- ・ 三重津海軍所跡に近接する橋脚のコンパクト化を図り、壁面による圧迫感を軽減する。

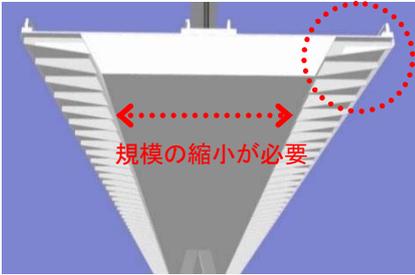
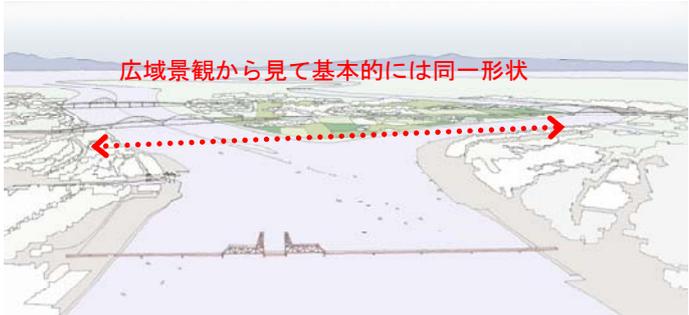
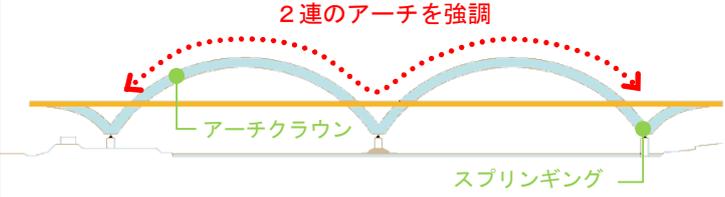
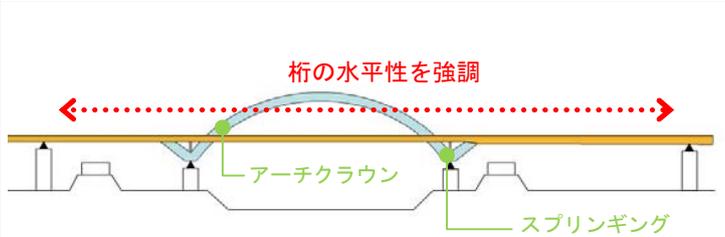
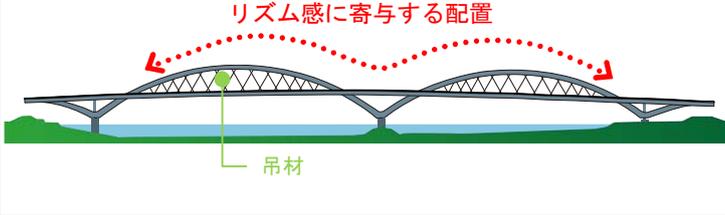
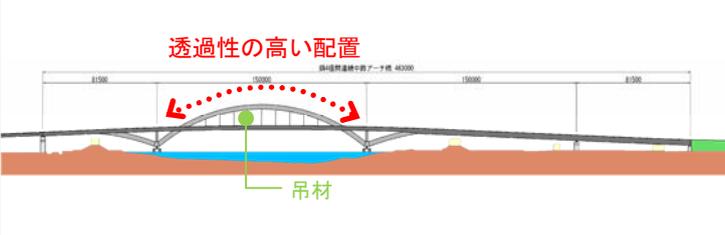
#### 【色彩】

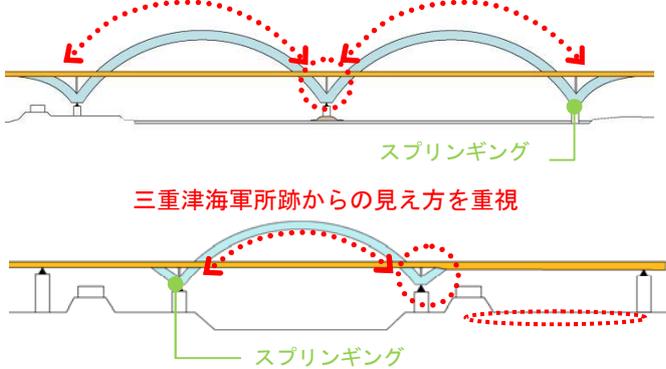
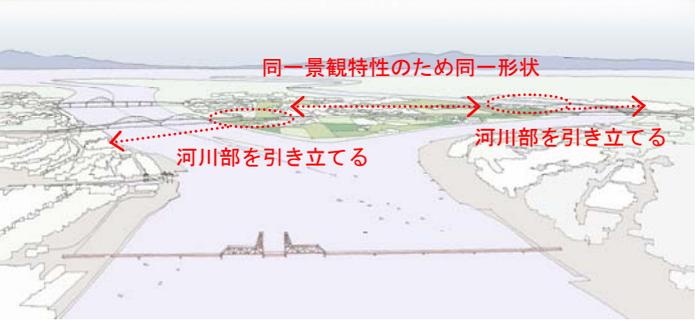
- ・ 広がりのある緑の空間を低い位置で通過するため、主張しない溶け込む色彩を採用する。



#### (4) 部材ごとの考え方

各部材に関する2橋ごとの考え方と関係性を以下に示す。

		考え方	2橋の関係性	
桁形状	筑後川橋梁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 広域景観で同じ見え方となるよう、桁は基本的には同一形状とする</li> <li>・ 規模を縮小し、またブラケット等による桁側面に対する工夫で、近隣集落や三重津海軍所跡への圧迫感を低減する</li> </ul>	 <p>桁側面への工夫が必要</p>	2橋で統一
	早津江川橋梁		 <p>広域景観から見て基本的には同一形状</p>	
アーチクラウン	筑後川橋梁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2連のアーチが軽やかに河川を跨ぐ伸びやかな曲線とする</li> <li>・ アーチクラウンとスプリングが連続して見える</li> </ul>	 <p>2連のアーチを強調</p>	2橋で差別化
	早津江川橋梁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 桁の水平ラインを活かす</li> <li>・ 曲線桁が走行景観から見えるため多様な角度から見て美しい</li> </ul>	 <p>桁の水平性を強調</p>	
吊材	筑後川橋梁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 直橋2連アーチであることから横への広がりのあるリズム感に寄与する配置とする</li> </ul>	 <p>リズム感に寄与する配置</p>	2橋で差別化
	早津江川橋梁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 曲線桁とアーチクラウンとのラインをきれいに見せる</li> </ul>	 <p>透過性の高い配置</p>	

		考え方	2橋の関係性		
スプリング	筑後川橋梁	<ul style="list-style-type: none"> <li>アーチクラウンとスプリングが連続して見える</li> </ul>	<p>アーチクラウンとスプリングの連続性を重視</p> 		2橋で統一
	早津江川橋梁		<p>三重津海軍所跡からの見え方を重視</p> 		
橋脚	筑後川橋梁	<ul style="list-style-type: none"> <li>水の流れを阻害しにくく流木等が溜まりにくい形状</li> <li>導流堤に調和し、圧迫感が少ない形状</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>導流堤の水理機能の確保</li> <li>導流堤形状との調和</li> </ul>	2橋で差別化
	早津江川橋梁	<ul style="list-style-type: none"> <li>三重津海軍所跡からの圧迫感軽減</li> <li>斜角による支点部の見え方に配慮した形状</li> </ul>	 	<ul style="list-style-type: none"> <li>三重津海軍所跡からの橋脚の圧迫感の軽減</li> <li>斜角による支点部の見え方</li> </ul>	
アプローチ部	筑後川橋梁	<ul style="list-style-type: none"> <li>アプローチ部は同一景観地区に計画されるため、基本的には同一形状とする</li> <li>スプリング部が大きく主の視対象になることから、スプリングとの調和に配慮した形状</li> <li>桁の連続性及び河川部のアーチに対して主張しないシンプルで控えめな形</li> </ul>	<p>同一景観特性のため同一形状</p> 		2橋で統一
早津江川橋梁	<p>河川部を引き立てる</p> <p>河川部を引き立てる</p>				

### 3.2. 渡河部

#### (1) 上部工

筑後川橋梁と早津江川橋梁は隣接する同一路線の橋梁であり、また、それぞれの2連及び1連アーチシルエットの特徴を明確にするため、水平方向のシルエットを形成する桁の断面形状は2橋で統一する方針で検討を行った。

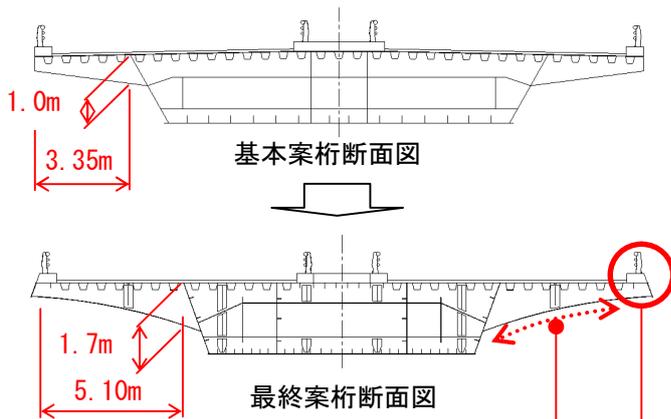
デザインの検討では、アプローチ部を含む橋梁全体での「横への広がり感」を基本方針として、「河川を軽やかに跨ぐ軽快感」を感じさせる桁形状を検討した。

#### 1) 渡河部桁形状（2橋共通）

渡河部の桁形状は、以下のポイントに配慮したデザインを採用した。

##### 【デザイン・設計上のポイント】

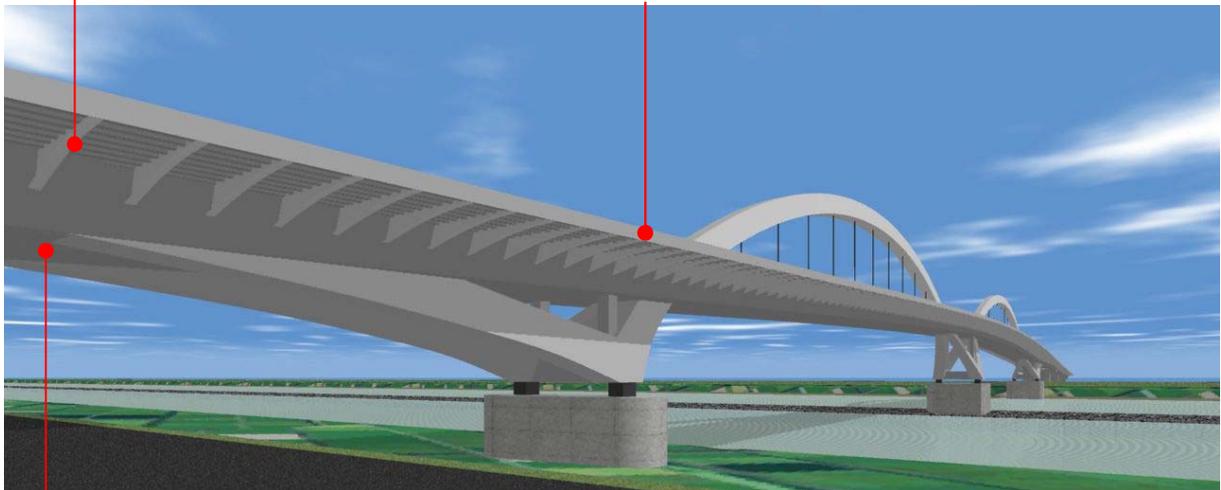
- ・下フランジ面の幅を縮小することで、近隣集落等への圧迫感軽減に配慮する。
- ・側縦桁に傾斜をつけることで、桁をより薄く、軽快に見せる。
- ・ブラケット基部を大きくし、ウェブの「面」として見える範囲を縮小し、アーチリブを引き立てる。
- ・ブラケット形状は柔らかな曲線とすることで、軽快に見せる。



【上部工推奨形状】	
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

柔らかな曲線とすることで  
軽快に見える

側縦桁に傾斜をつけることで  
桁が薄く、軽快に見える



桁の主張が低減され、  
アーチリブが引き立っている

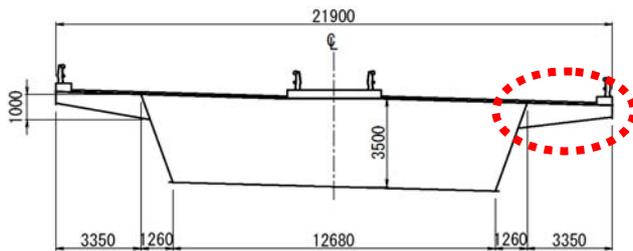
桁断面の検討結果（筑後川橋梁の例）

## 2) 三重津海軍所跡の上部工形状（早津江川橋梁）

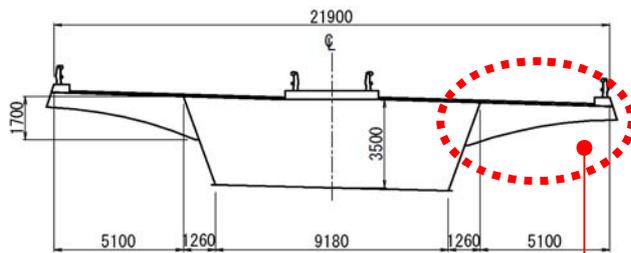
早津江川橋梁の右岸陸上部桁は三重津海軍所跡及び住居の近傍に架かるため、陸上部の桁形状は、以下のポイントに配慮したデザインを採用した。

### 【デザイン・設計上のポイント】

- ・ 渡河部との連続性を確保し、特徴的な緩やかな曲線を美しく見せる。
- ・ 渡河部桁の桁端部張出しや桁ウェブ角度を踏襲することによって、下フランジ面の幅を縮小し、覆いかぶさる印象を低減すると共に、橋脚幅を縮小して近隣集落等への圧迫感を軽減する。
- ・ 側縦桁に傾斜をつけることで、桁をより薄く、軽快に見せる。



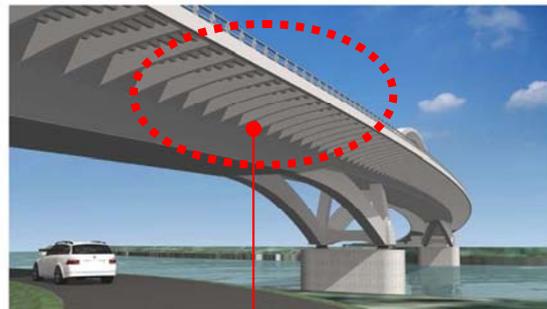
基本案桁断面図



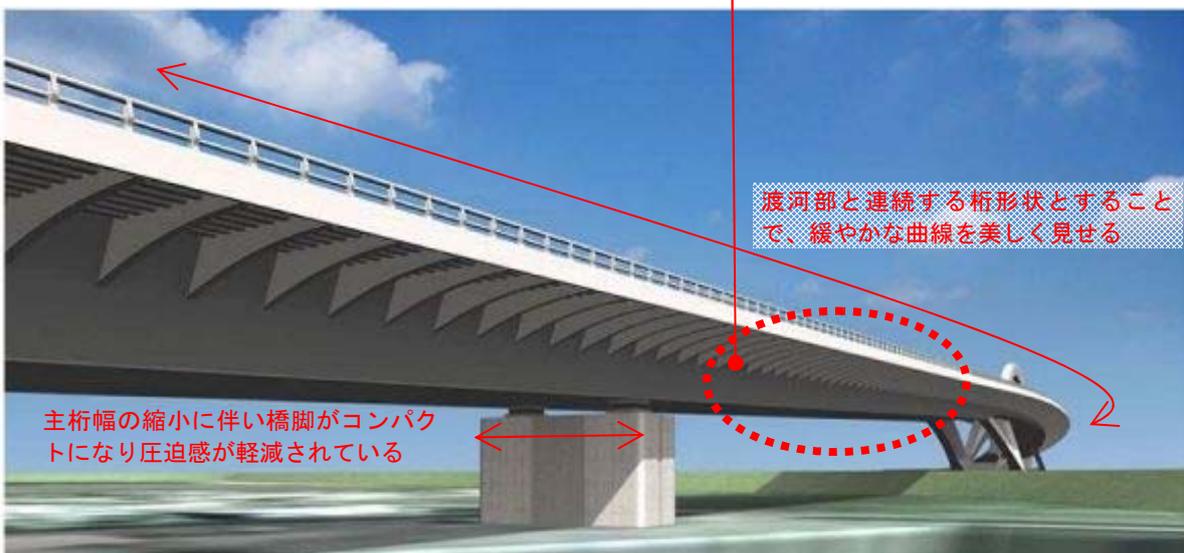
三重津海軍所跡部桁断面図

### 【三重津海軍所跡の上部工推奨形状】

1. 桁断面形状 : 逆台形1箱桁
2. 桁高 : 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



桁端部張出しを大きくすることで、覆いかぶさる印象を軽減し、桁下の開放性が高まっている



渡河部と連続する桁形状とすることで、緩やかな曲線を美しく見せる

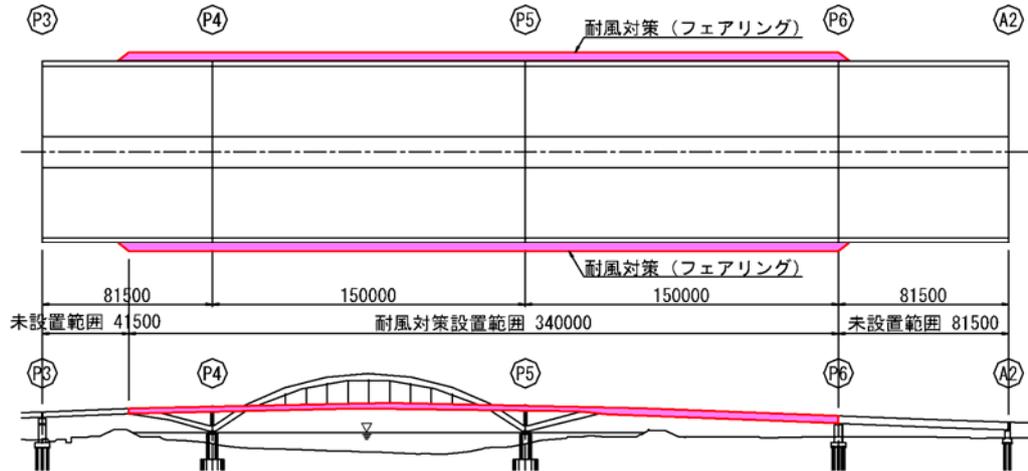
主桁幅の縮小に伴い橋脚がコンパクトになり圧迫感が軽減されている

桁断面の検討結果（早津江川橋梁右岸陸上部）

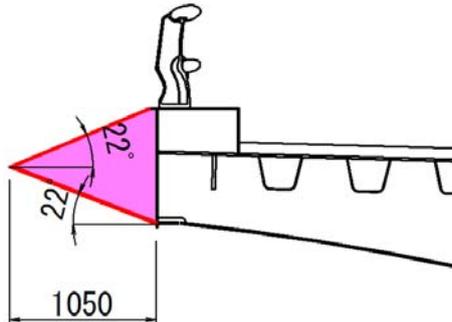
### 3) 耐風対策（早津江川橋梁）

早津江川橋梁は模型を用いた風洞試験の結果を受け、耐風性能を向上させるためにフェアリングを設置することとした（耐風対策検討は後述する）。

#### 【設置範囲】



#### 【フェアリング形状】

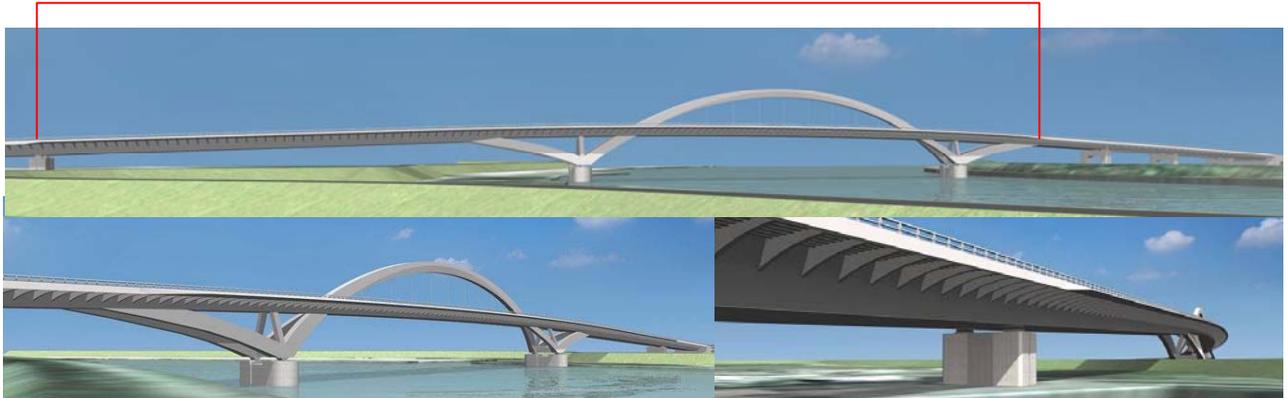


#### 【設置による影響・効果の確認】

フェアリングの設置による橋梁シルエットへの影響、効果についてCGにより確認を行った。

- ・桁の水平方向の連続性が感じられ、桁の軽快な印象がより強調されている。
- ・三重津海軍所跡から見上げたフェアリングによる圧迫感は無く、軽やかさが増している。

フェアリング設置範囲



## (2) アーチクラウン

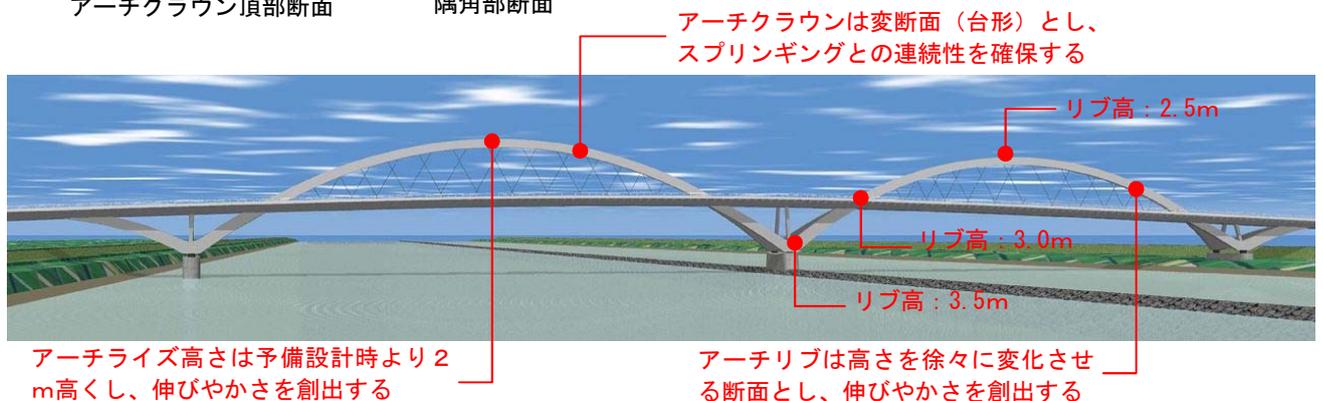
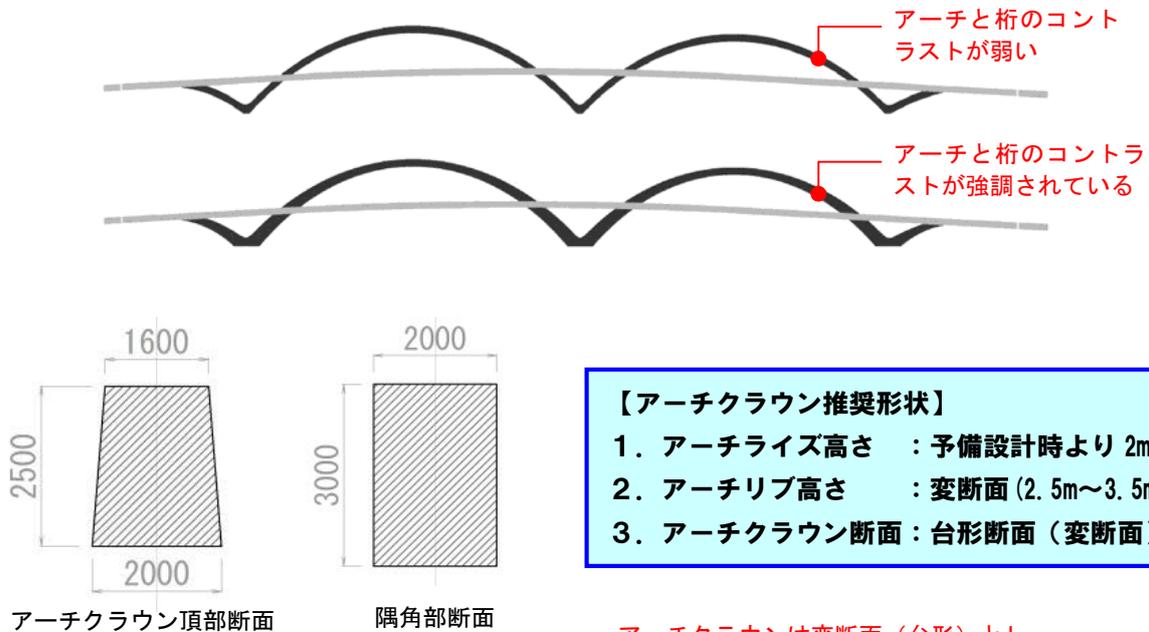
筑後川橋梁と早津江川橋梁は同形式の2連及び1連アーチを採用することで、広域景観における統一感ある橋梁シルエットを創出することが可能となった。中近景では、それぞれの橋梁が持つ特性をより活かすために、差別化を図って細部検討を行った。

### 1) 筑後川橋梁

筑後川橋梁の大きな特徴である2連のアーチシルエットを強調するため、以下のポイントに配慮したアーチクラウン形状とした。

#### 【デザイン・設計上のポイント】

- ・水平方向に伸びる桁のシルエットとのコントラストを強調するため、アーチクラウン側面を明確に見せる。
- ・2連のアーチが軽やかに河川を渡るように、伸びやかな曲線とする。
- ・桁を挟んで見られるアーチクラウンとスプリングングを連続的に見せる。

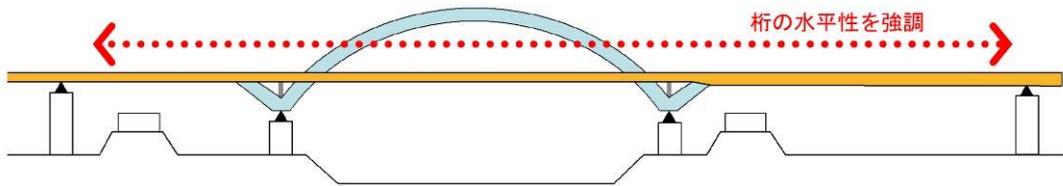


## 2) 早津江川橋梁

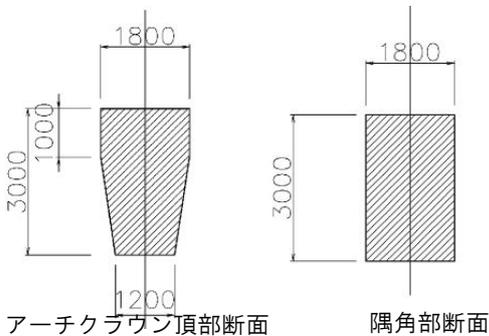
早津江川橋梁は河川を一跨ぎし、かつ多様な角度で走行車両から眺められる1連のアーチを強調するために、以下のポイントに配慮したアーチクラウン形状を検討した。

### 【デザイン・設計上のポイント】

- ・ 曲線かつ非常に薄く見える桁の水平ラインを活かすため、アーチシルエットをシャープな印象とする。
- ・ 陰影の効果によるアーチクラウンの表情変化を演出するため、多角形断面とする。
- ・ 河川を一跨ぎする前方への伸びやかさを演出する。



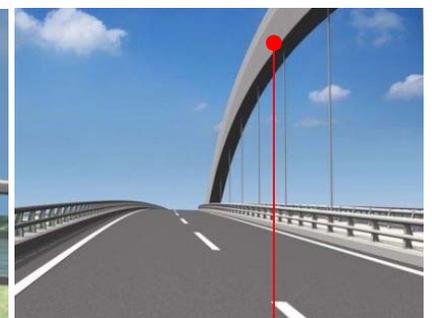
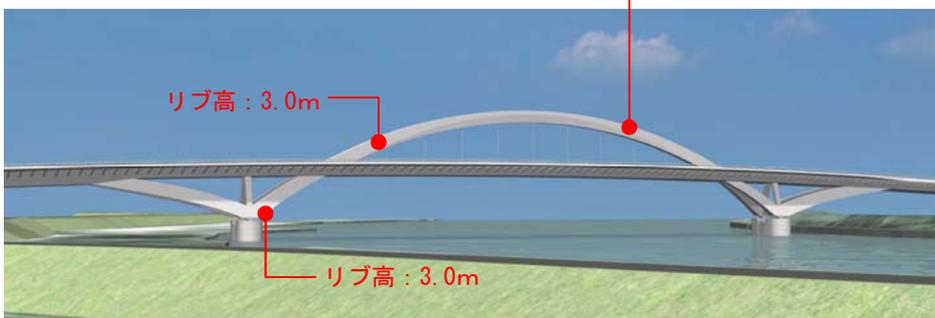
様々に変化する橋上での走行景観を活かす



### 【アーチクラウン推奨形状】

1. アーチライズ高さ : 予備設計時と同様 (25m)
2. アーチリブ高さ : 等断面 (3.0m)
3. アーチクラウン断面 : テーパー断面

変化するテーパ面陰影の効果によりシャープなシルエットとして桁の水平ラインを活かす



テーパ面陰影効果により橋上での前方への伸びやかさと多様な角度で眺められる走行景観に変化を与える

### (3) 吊材

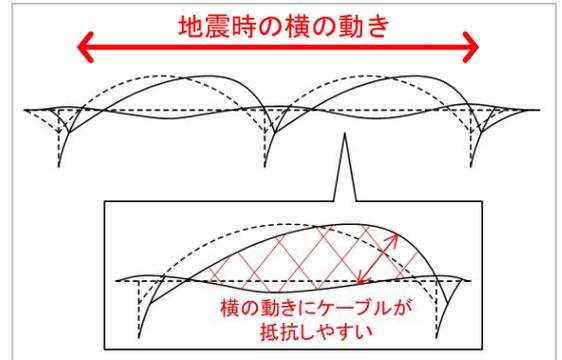
吊材では両橋のコンセプトを活かすように、筑後川橋梁はクロス配置、早津江川橋梁は鉛直配置と差別化した。

#### 1) 筑後川橋梁

筑後川橋梁は直橋2連の中路式アーチのため、以下のポイントに配慮した吊材形状とした。

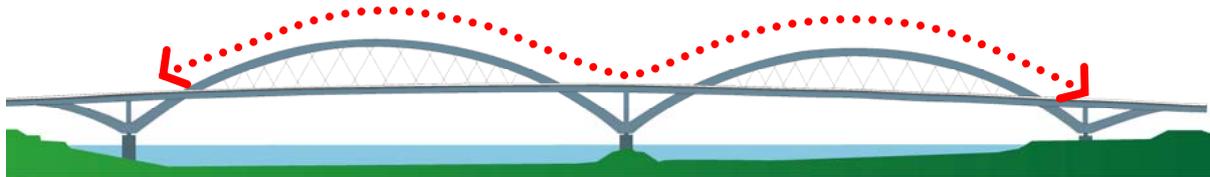
##### 【デザイン・設計上のポイント】

- ・アーチクラウンとスプリングの連続性を強調するように、アーチクラウンと吊材を面として見せることができるクロス配置とする。
- ・直橋であることから、走行景観としてリズム感が創出されるクロス配置とする。
- ・筑後川橋梁は左右対称の構造であり、地震時には右図のように横への動きが生じやすいことから、耐震性能が向上するクロス配置とする。



地震時の吊材の役割イメージ

アーチクラウンとスプリングの連続性を強調する配置



吊材の考え方



鉛直配置



クロス配置

ケーブルの交点が連続し、より面として認識されやすく、2連のアーチの連続性に寄与



走行景観からの見え方

【推奨形状】

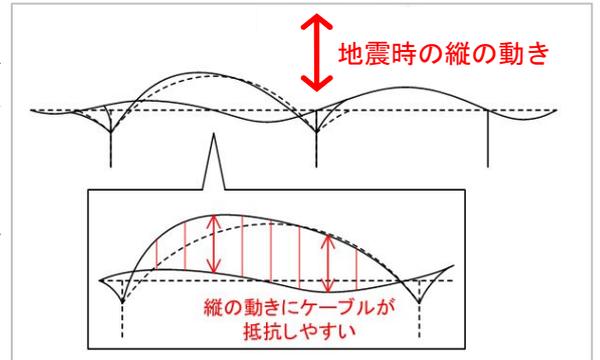
吊材配置：クロス配置

## 2) 早津江川橋梁

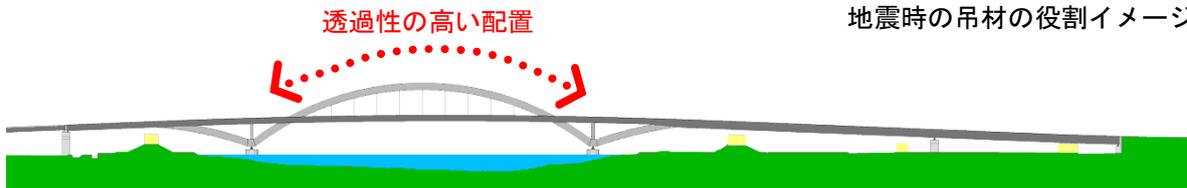
早津江川橋梁は曲線桁を有すると共に、陰影のあるアーチクラウン形状のため、以下のポイントに配慮した吊材形状とした。

### 【デザイン・設計上のポイント】

- ・曲線桁とアーチクラウンそれぞれの曲線ラインを綺麗に見せるため、吊材は主張しないようにシンプルで透過性の高い鉛直配置とする。
- ・早津江川橋梁は陸上部の重量が大きく、地震時には右図のように縦への動きが生じやすいことから、耐震性能が向上する鉛直配置とする。



地震時の吊材の役割イメージ



吊材の考え方



中景からの見え方

曲線桁とアーチクラウンを綺麗に見せる



走行景観からの見え方



シンプルで主張しない鉛直配置としアーチシルエットを強調

### 【推奨形状】

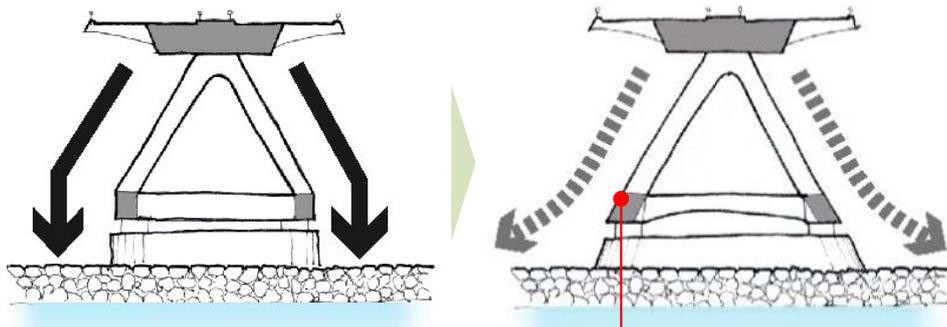
吊材配置：鉛直配置

#### (4) スプリング及び鉛直材

スプリングの基本形状は、以下のように基本的には2橋で統一形状とする。

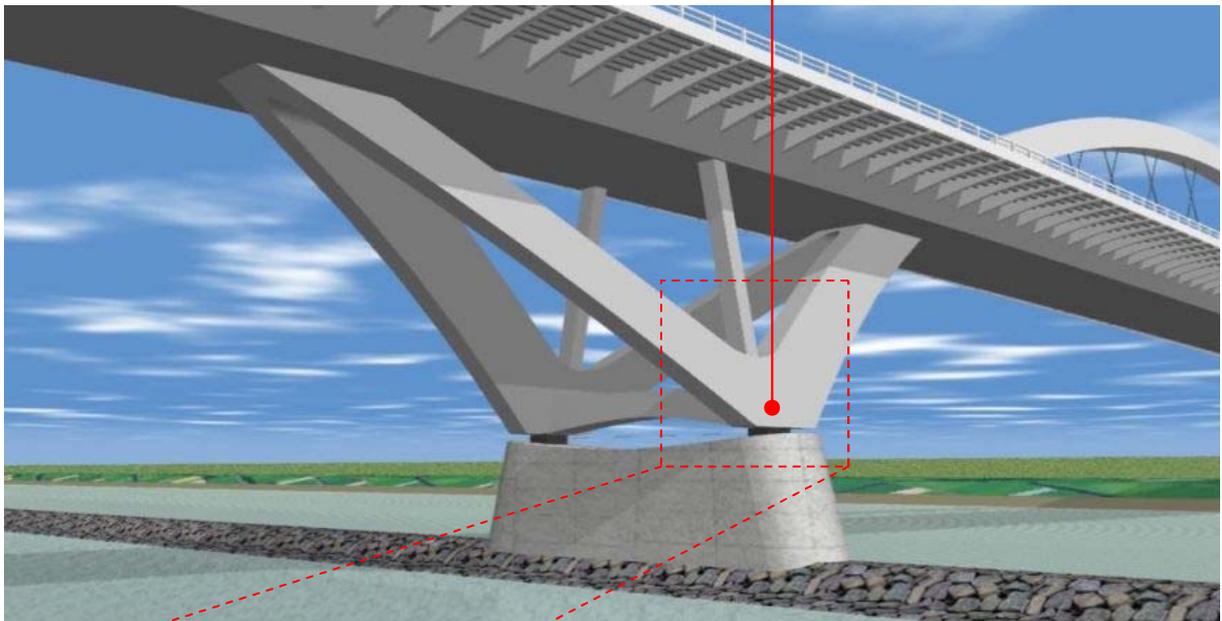
##### 【デザイン・設計上のポイント】

- ・アーチクラウンとスプリングが連続して見えるよう、スプリング面の折れ点を無くす。
- ・また同様にアーチクラウンとスプリングが連続して見えるよう、鉛直材はスプリング面から内側に少し控えると共に、内側に傾け、主張しないようにする。

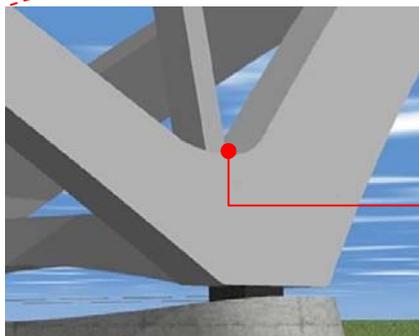


スプリングの考え方

折れ点を無くし、アーチクラウンとスプリングの連続性を確保

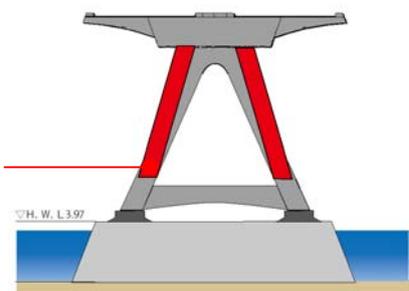


スプリングの基本形状（筑後川桥梁の例）



鉛直材・スプリング接合部拡大

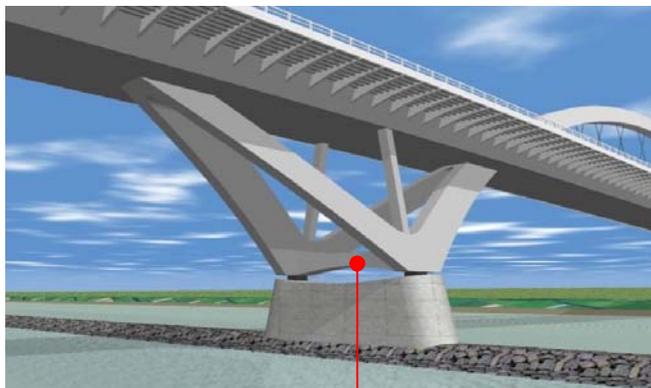
鉛直材は内側に少し控え、傾けることでアーチクラウンとスプリングの連続性を確保



鉛直材配置に関する断面図

## 1) 筑後川橋梁

筑後川橋梁はデ・レイケ導流堤に対する圧迫感に配慮し、スプリングができるだけ軽快に視認されるよう、水平材にRがけを施した。



水平材にRがけを施し、  
軽快感を創出する

### 【スプリング推奨形状】

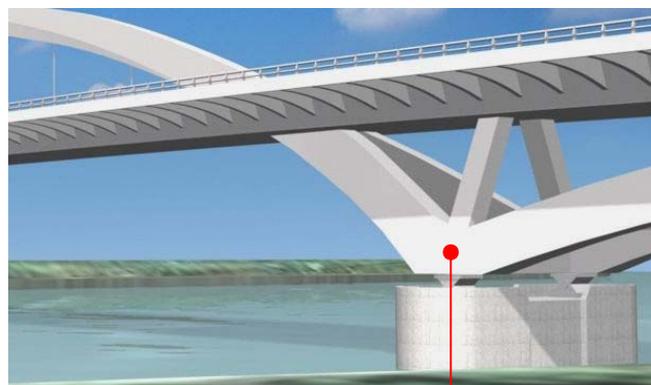
- ・面形状：折れ点なし
- ・水平材：Rがけ

### 【鉛直材】

- ・配置：スプリングに対して内側に控える
- ・角度：鉛直材の役割を果たす範囲で内側に傾ける
- ・形状：矩形

## 2) 早津江川橋梁

早津江川橋梁はスプリングができるだけ軽快に視認されるよう、折れ点を無くし連続性を確保した。



折れ点を無くし  
連続性を確保

### 【スプリング推奨形状】

- ・面形状：折れ点なし
- ・水平材：下面フラット
- ・桁との接合部：分割（陸上部）

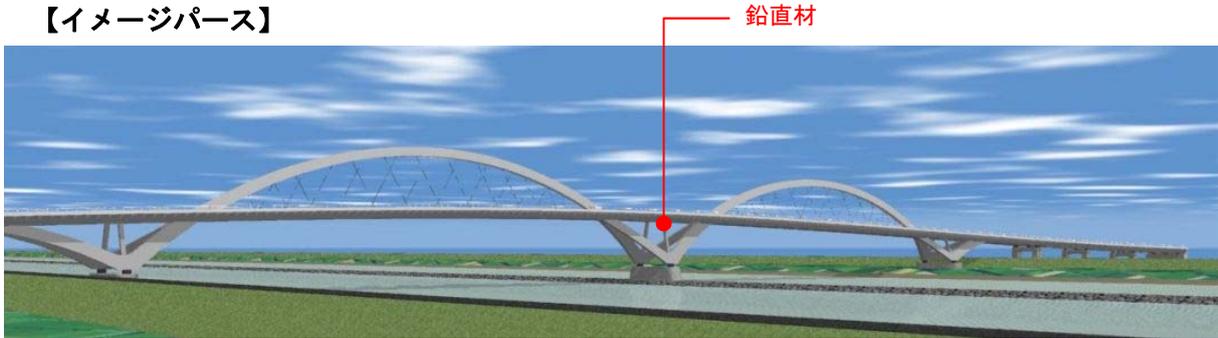
### 【鉛直材】

- ・配置：スプリングに対して内側に控える
- ・角度：鉛直材の役割を果たす範囲で内側に傾ける
- ・形状：矩形

### ※参考 鉛直材の有無の検討

スプリングに設置される鉛直材は、「横への広がり感」（伸びやかなアーチ曲線）や「導流堤に対する圧迫感」の観点から、鉛直材をなくすデザインが検討されたが、構造的に「鉛直材は必要」と判断した。（構造検討の結果は後述する）

#### 【イメージパース】



筑後川橋梁（鉛直材あり）



筑後川橋梁（鉛直材なし）



早津江川橋梁（鉛直材あり）



早津江川橋梁（鉛直材なし）

## (5) 橋脚

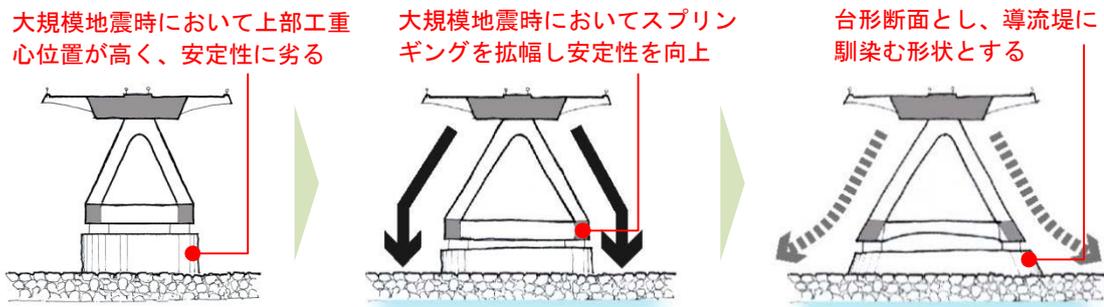
橋脚は両橋の架橋地周辺の歴史遺産に配慮した形状とした。

### 1) 筑後川橋梁

筑後川橋梁は導流堤上に橋脚を設置するため、以下のポイントに配慮した形状とした。

#### 【デザイン・設計上のポイント】

- ・ 導流堤に馴染む形状とするため、橋脚高を低くすると共に、台形断面とする。
- ・ 導流堤の水利機能を確認するため、橋脚幅は4.5m以下とする。
- ・ 導流堤部以外の渡河部橋脚は水利機能を阻害しないシンプルな形状とする。
- ・ 存在感のある導流堤（張石構造）を引き立てるため、渡河部橋脚は全てシンプルなコンクリート仕上げとし、導流堤とメリハリをつける。
- ・ 導流堤部橋脚は導流堤上に位置し、点検時の安全性を高める必要があることから、壁高欄としての役割を持つ沓隠しを端部のみ設置する。



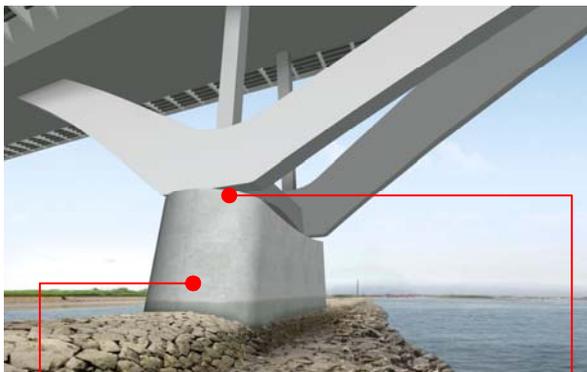
橋脚の考え方



台形断面で橋脚高を低下させ、  
導流堤に馴染む形状

中景からの見え方

P5・P7橋脚は鉛直断面・小判型  
で水利機能を阻害しない形状



導流堤上からの見え方

シンプルなコンクリート仕上げ  
とし導流堤を引き立てる

導流堤部橋脚は維持管理の安全  
性を高めるため沓隠しを設置

#### 【P6（導流堤部）橋脚推奨形状】

- ・ 小判型
- ・ 台形断面
- ・ 壁面分割無し
- ・ 端部のみ沓隠し

#### 【P5・P7（河川部）橋脚推奨形状】

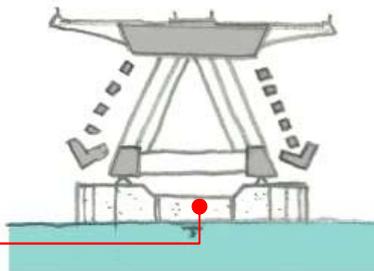
- ・ 小判型
- ・ 鉛直断面
- ・ 壁面分割無し
- ・ 沓隠し無し

## 2) 早津江川橋梁

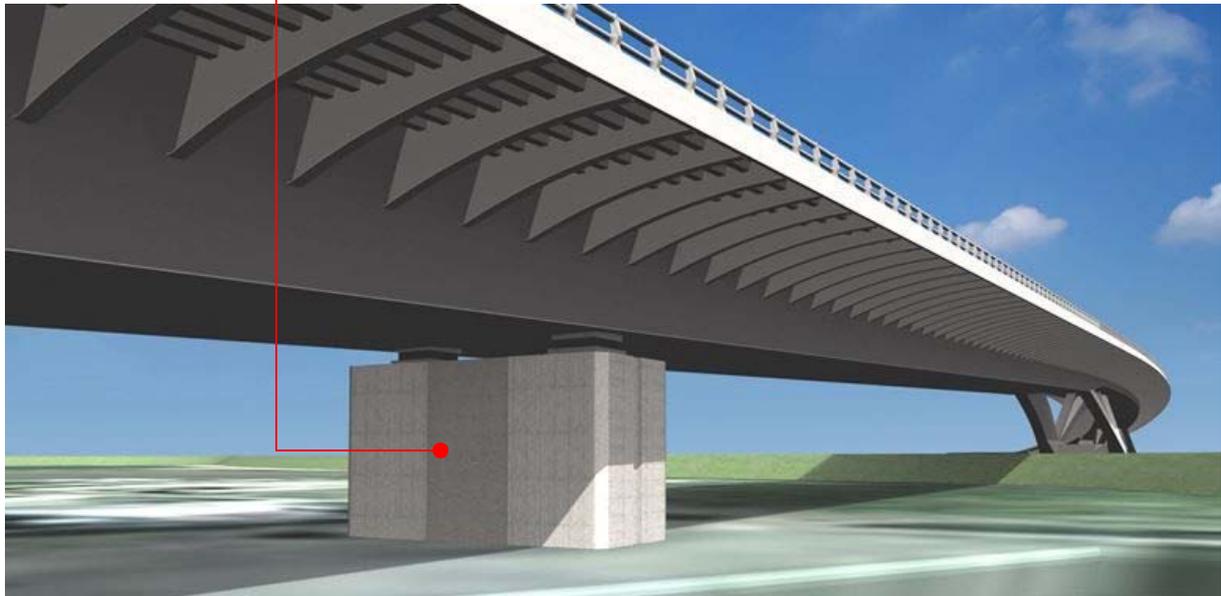
早津江川橋梁は三重津海軍所跡近傍に橋脚を設置するため、以下のポイントに配慮した形状とした。

### 【デザイン・設計上のポイント】

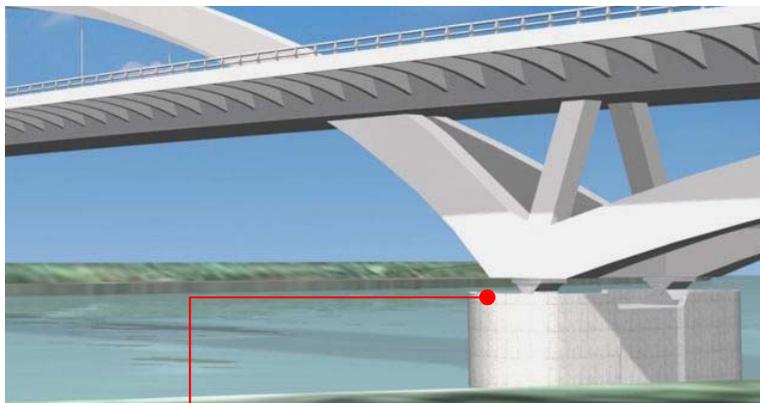
- ・ 三重津海軍所跡からの圧迫感を軽減する形状とする。
- ・ 斜角による支点部の見え方に配慮した形状とする。



橋脚の考え方



三重津海軍所跡付近からの見え方



渡河部橋脚の見え方

河川部は斜角があるため、河川部橋脚のみ沓隠しを設置し、斜角による違和感を低減する

### 【P6（三重津海軍所跡付近） 橋脚推奨形状】

- ・ 矩形
- ・ 鉛直断面
- ・ 側面スリット
- ・ 壁面分割・端部のみ沓隠し

### 【P5・P7（河川部）橋脚推奨形状】

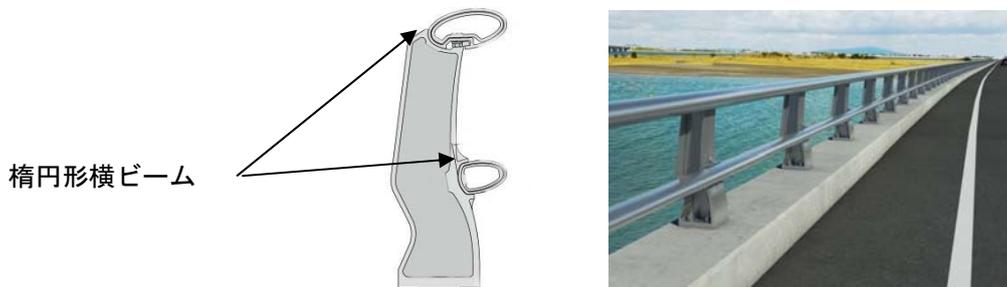
- ・ 小判型
- ・ 鉛直断面
- ・ 壁面分割有り
- ・ 沓隠し有り

## (6) 付属施設等（2橋共通）

桁形状が持つ軽快感等を活かすため、桁に設置される防護柵、航路灯、足場吊り金具及び架設における継手方法、及びアーチクラウンのシルエットを活かすため、鉛直方向に見られる照明灯、案内標識、足場吊り金具及び架設における継手方法については、以下の方針で実施する。

### 【防護柵】

- ・アルミ製2段パイプを基本とし、より透過性の高い楕円形横ビーム（景観配慮型）を採用して眺望性を確保する。
- ・周辺景観への眺望を阻害しないよう、透過性が高くシンプルな形状を選定し、存在感を低減する。



例) 透過性の高い横ビーム防護柵

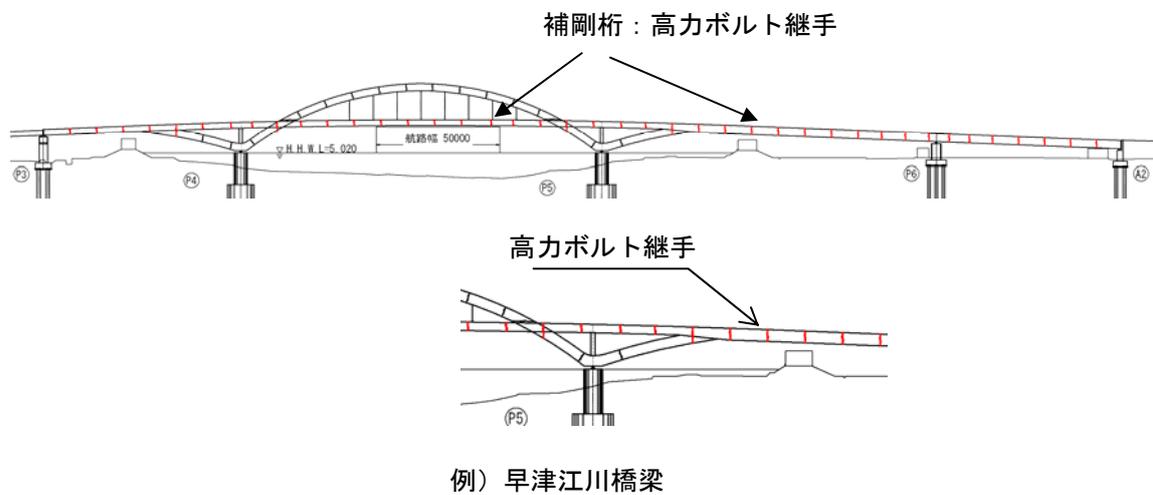
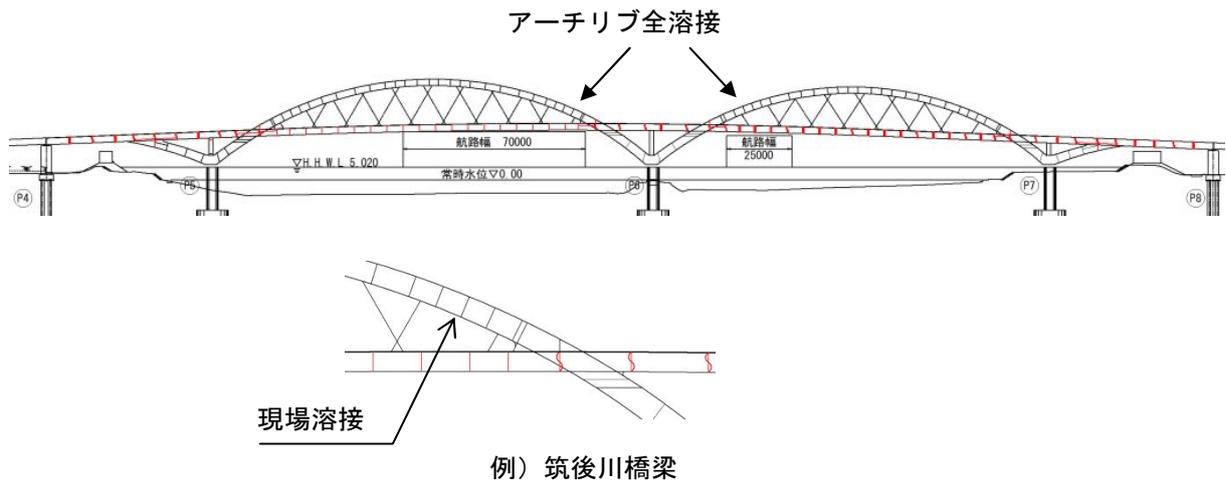
### 【航路灯】

- ・桁の連続性やシルエットを阻害しない桁下面の中央に配置する。
- ・取付器具や配線類が表面に出ないように配慮する。



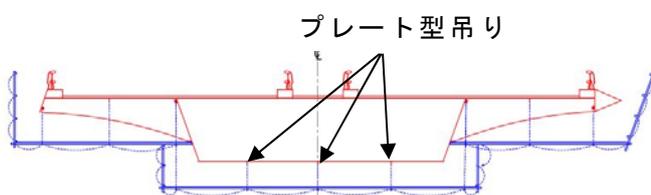
### 【継手方法】

- ・アーチリブ及びスプリングは継手でシルエットを阻害しないため、全溶接とする。
- ・補剛桁はブラケット張出量が大きく目立たないため、標準的な接合位置で高力ボルト継手とする。
- ・早津江川橋梁の陸上部桁（桁高 3.5m）のウェブ水平継手のみ溶接とする。
- ・側縦桁はフェイスラインを阻害しないため、全溶接とする。



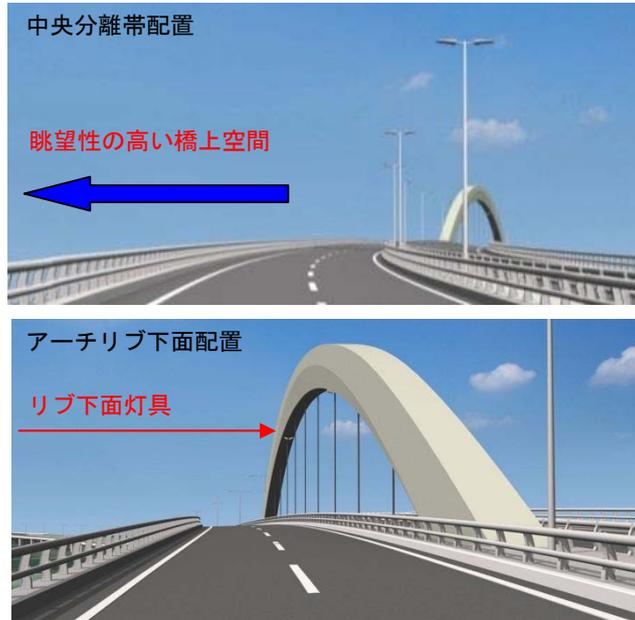
### 【足場吊り金具】

- ・フェイスラインを阻害しない側縦桁及びブラケット内側部に吊り金具を設置する。
- ・補剛桁は桁シルエットをすっきりとさせるため、プレート型吊り金具を設置する。



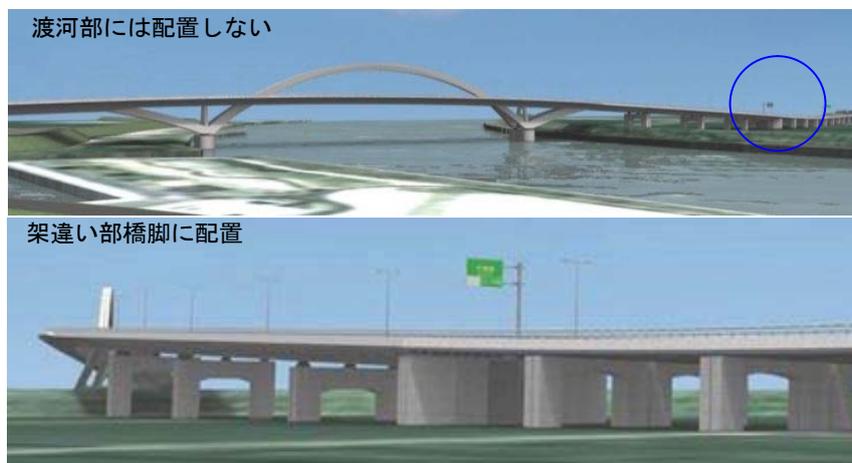
### 【照明灯】

- ・ 田園、河川景観への眺望を阻害しない中央分離帯配置とする。
- ・ アーチリブの区間はアーチシルエットを引き立てるため、照明柱は設置せずにアーチ下面に灯具を設置する。
- ・ アーチリブを引き立てるため照明柱はシンプルな形状とし、極力水平アームを短くする。
- ・ 色彩は無彩色（亜鉛メッキ塗装等）として付属物が主張しないようにする。



### 【案内標識】

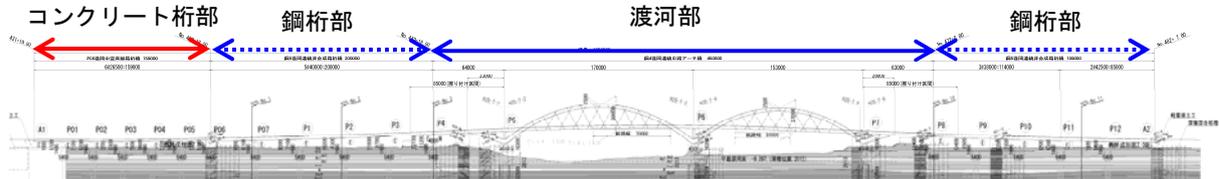
- ・ 田園、河川景観を阻害しない配置とする。
- ・ 渡河部には設置せず、橋梁区間に設置する場合は、景観の見切りとなるアプローチ橋の架違い部橋脚に設置する。
- ・ アーチリブを引き立てるため、シンプルなF型タイプとする。
- ・ 色彩は無彩色（亜鉛メッキ塗装等）として付属物が主張しないようにする。



### 3.3. アプローチ部デザイン（2橋共通）

#### (1) 上部工

筑後川橋梁と早津江川橋梁のアプローチ部は渡河部と直接つながる鋼桁部と縦断線形の制約があるコンクリート桁部に分けられる。検討では主景観となる渡河部とつながる鋼桁部によってアプローチ部の基調を検討し、桁高制約のあるコンクリート桁部へ展開を図った。

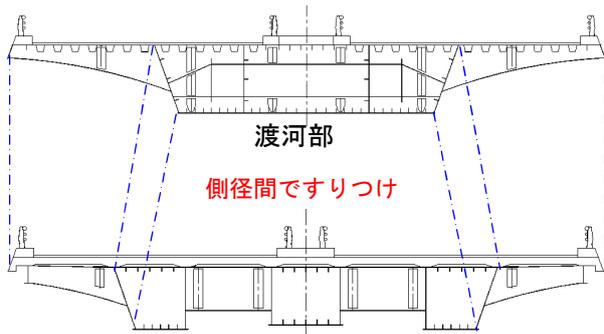


アプローチ区間：例) 筑後川橋梁

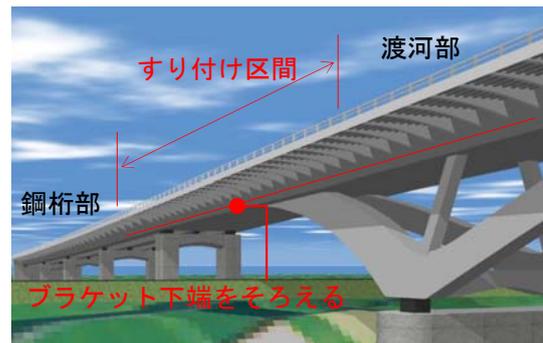
#### 1) 鋼桁部

##### 【デザイン・設計上のポイント】

- ・斜めウェブを有する箱桁とし、渡河部の桁との連続性や横への広がり感を強調する。
- ・渡河部の側径間部で桁の張出しと下フランジをすり付けることにより連続性を確保する。
- ・コンクリート地覆側面を渡河部の側縦桁形状と同様のテーパとして水平性を強調する。



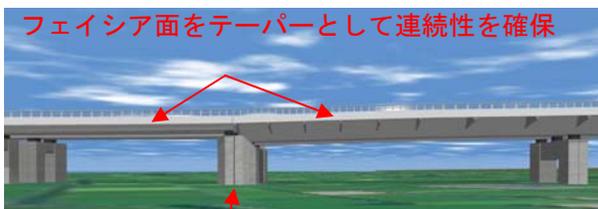
アプローチ部（鋼桁部）



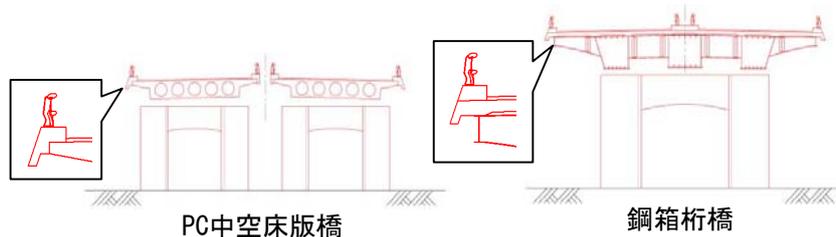
#### 2) コンクリート桁部

##### 【デザイン・設計上のポイント】

- ・橋梁全体の連続性を高めるため、同形状の地覆側面によりフェイスアラインを強調する。
- ・桁高と断面形状が異なる鋼桁部との架違い部は、架違い部橋脚によって視覚的に見切る。



桁の段差を視認しにくい壁式橋脚とし煩雑な印象を解消



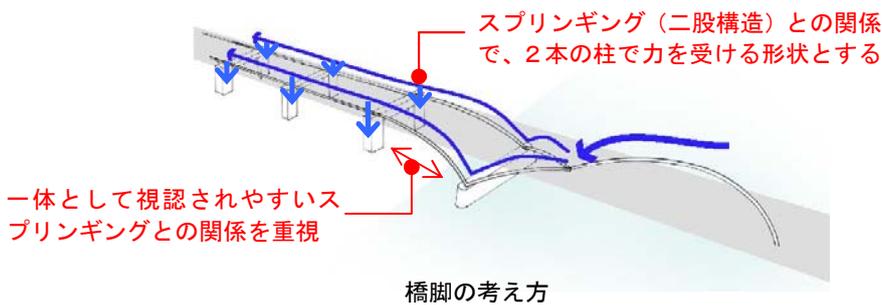
## (2) 橋脚

筑後川橋梁と早津江川橋梁のアプローチ橋脚は渡河部と直接接続する鋼箱桁部橋脚において基本的な検討を行い、桁高制約のあるコンクリート桁部の橋脚へ展開を図った。

### 1) 鋼桁部

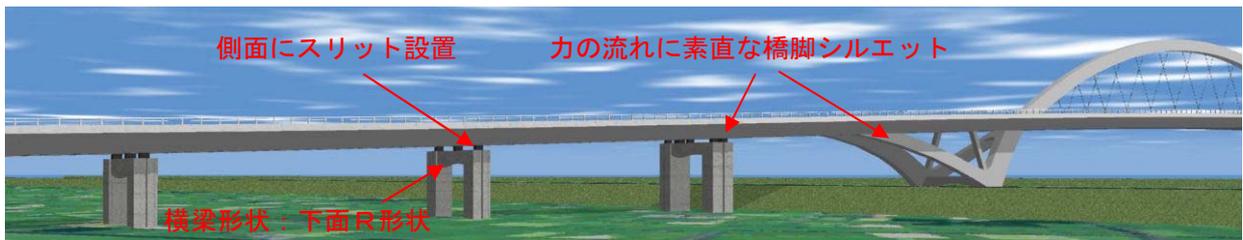
#### 【デザイン・設計上のポイント】

- ・橋梁全体の力の流れに対して素直な橋脚形状とすることを基本とする。
- ・アプローチ橋脚は河川部橋脚よりスプリングと一体的に視認されるため、スプリングとの関係性を重視する。



#### 【橋脚推奨形状】

- ・門型橋脚
- ・柱勝ち断面
- ・脚柱側面スリット
- ・横梁下面R形状
- ・沓隠し無し



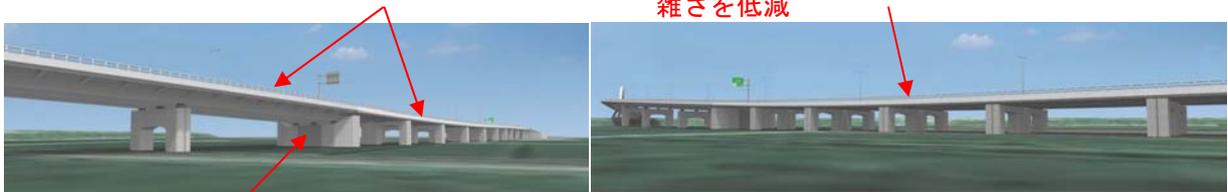
### 2) コンクリート桁部

#### 【デザイン・設計上のポイント】

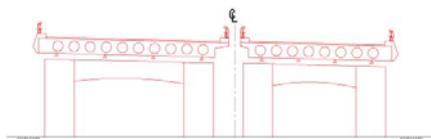
- ・渡河部及び鋼箱桁部との連続性を確保した形状とする。
- ・上下線分離に伴う橋脚並びの煩雑さを軽減するシンプルな形状とする。
- ・桁高の差異を目立たせないシンプルな架違い部橋脚形状とする。

桁側面を同様のテーパとして連続性を確保

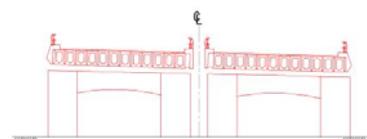
アプローチ部橋脚は、柱勝ち門型橋脚に統一し、煩雑さを低減



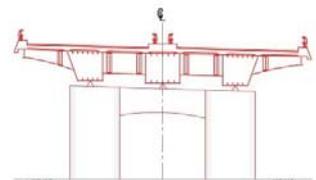
桁の段差を視認しにくい壁式橋脚とし煩雑な印象を解消



PC中空床版橋



PCプレテン床版橋  
(早津江川橋梁のみ)



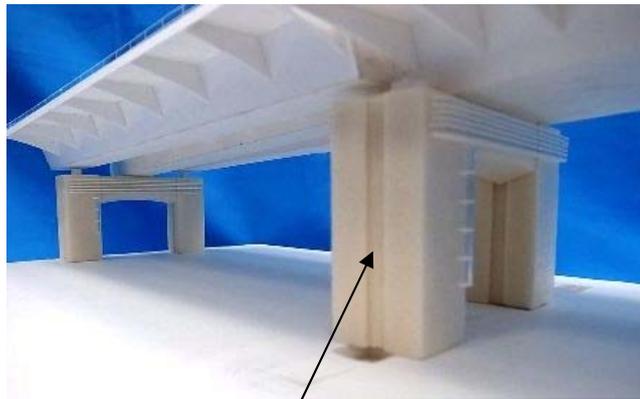
鋼箱桁橋

### (3) 付属施設等（2橋共通）

アプローチ橋脚のシルエットを煩雑にしないために、排水管及び検査路の設置については以下の方針で実施することとした。

#### 【排水管】

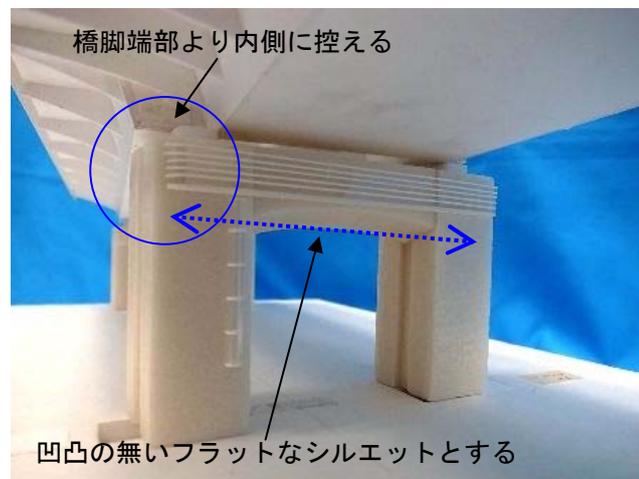
- ・橋のシルエットや桁の水平性を阻害しないように、渡河部は鋼製側溝を採用して排水管の露出を無くす。
- ・アプローチ部の排水管は極力橋脚柱付近に配置し、横引き管等を少なくする。
- ・排水管を橋脚端部に配置する場合、スリット等で目立たない配置とする。
- ・色彩は無彩色として付属物が主張しないようにする。



側面スリットへの配置を基本とする

#### 【検査路】

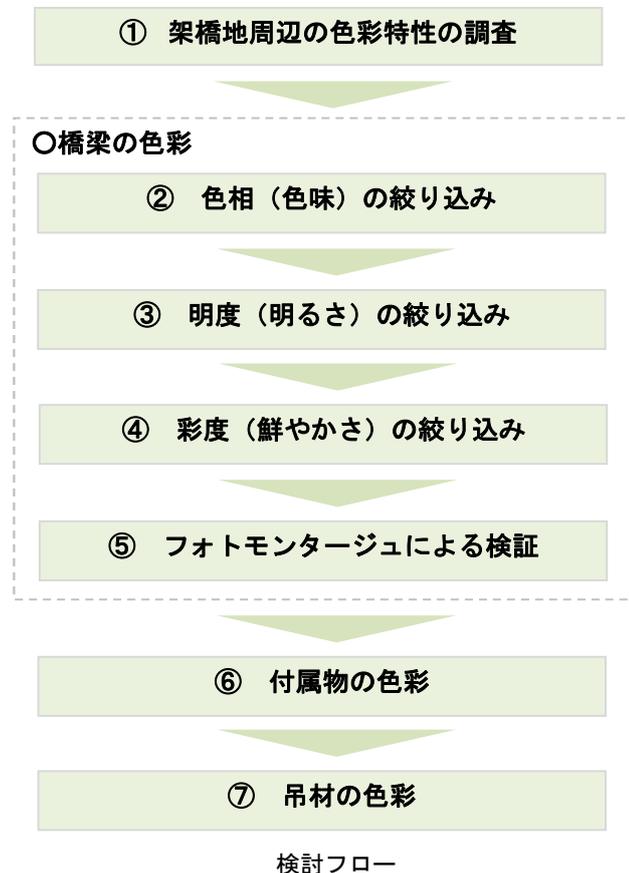
- ・検査路は桁内及び桁間に設置し、外景観に影響の無い配置とする。
- ・検査歩廊は橋脚形状を阻害しないよう、橋軸直角方向の面に、橋脚端部より内側に控えて配置する。（橋脚端部の際までは延伸しない。）
- ・検査歩廊とブラケットは凹凸がなくフラットな「1枚の版」として見える形状とする。
- ・色彩は無彩色（亜鉛メッキ塗装等）として付属物が主張しないようにする。



### 3.4. 色彩

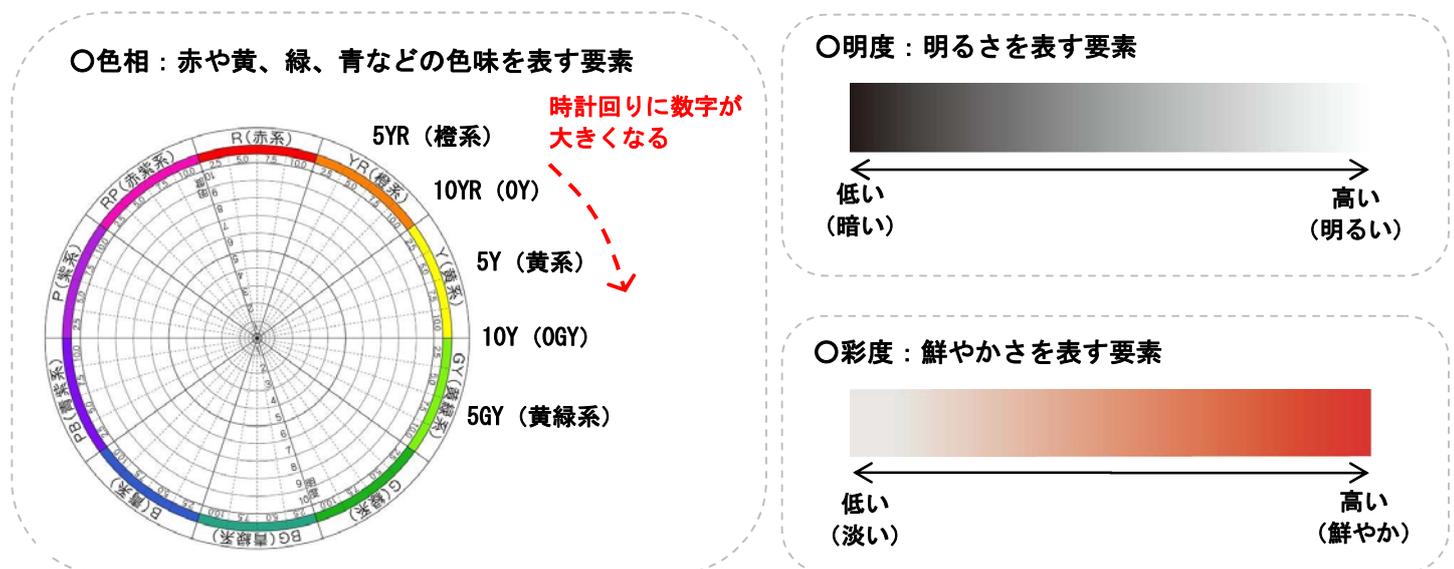
#### (1) 検討フロー

色彩は明度、彩度、色相の3要素によって構成されており、以下のようなフローで検討を行う。



※マンセル記号の表示について

例) 5 Y R   10 / 1  
色相   明度   彩度



## (2) 架橋地周辺の色彩特性の調査

両橋の架橋地周辺の環境色（自然、人工物）を調査し、以下のように色彩特性を整理した。

### 1) 筑後川橋梁

筑後川橋梁周辺の環境色を調査した結果、以下のような特徴を有している。

- ・ **自然の色彩** : 河川、導流堤、植生といった環境色は低彩度の茶系～緑系の色彩が確認  
なかでも河川が視界に占める割合が高く、主要な環境色はY R（橙系）
- ・ **人工物の色彩** : 筑後川橋梁郡を代表する昇開橋・新田大橋は中明度・高彩度のR（赤系）



新田大橋からの眺め



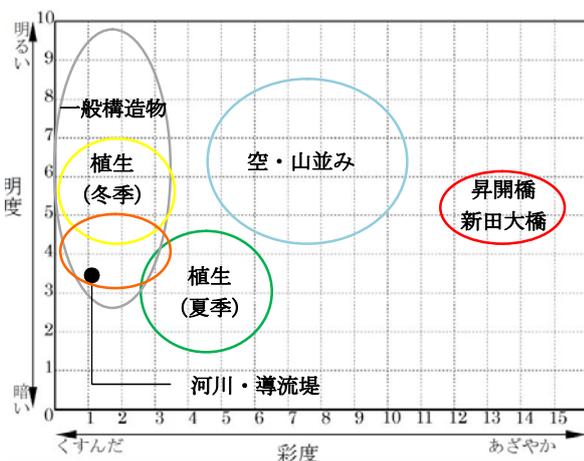
堤防道路からの眺め



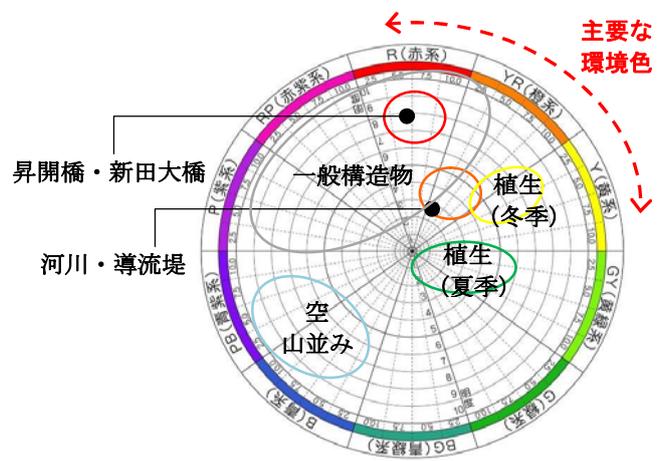
新田大橋



昇開橋



明度・彩度分布図



明度・色相分布図

## 2) 早津江川橋梁

早津江川橋梁周辺の環境色を調査した結果、以下のような特徴を有している。

- ・ **自然の色彩** : 河川の蛇行区間であり、河畔の植生（夏季はGY、冬季はYR）が視界に占める割合が高く、主要な環境色はYR（橙系）～GY（黄緑系）
- ・ **人工物の色彩** : 一般的な住居が大半を占め、低彩度の色彩で構成



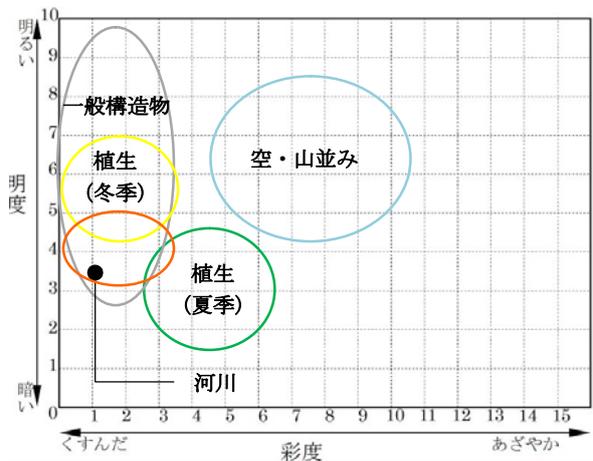
佐野常民記念館からの眺め



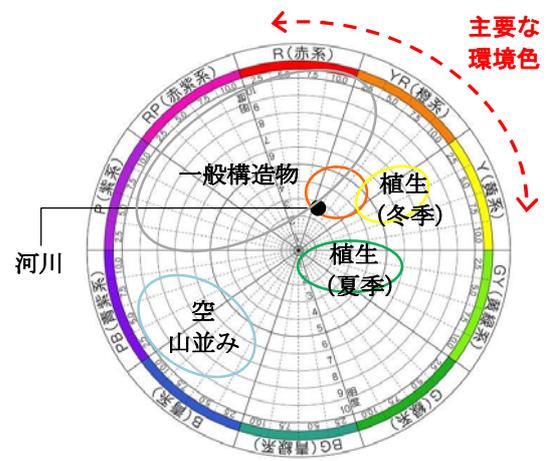
堤防道路からの眺め（夏季）



堤防道路からの眺め（冬季）



明度・彩度分布図



明度・色相分布図

### (3) 色相の絞り込み

架橋地周辺の色彩特性の調査結果から、筑後川橋梁周辺は赤（R）系～茶橙（YR）系、早津江川橋梁は茶橙（YR）系～黄緑（GY）系が主要な環境色となっている。上記の色相の範囲が歴史遺産やその周辺環境と馴染むことから、10R～5GYを架橋地周辺の環境や歴史遺産と馴染む色相調和領域に設定する。

#### 【筑後川橋梁の架橋地周辺の色彩特性】



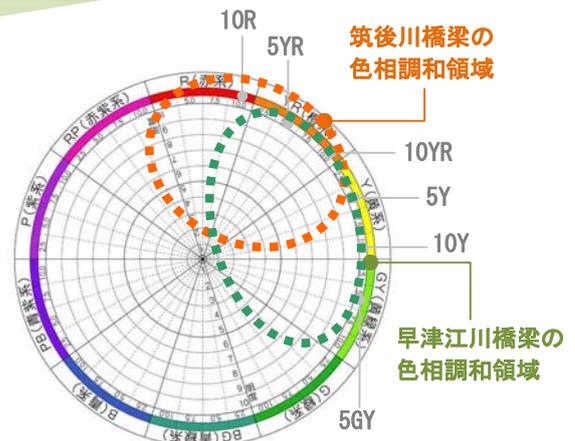
- ・周辺環境色：河川をはじめとするYR（橙）系が特に主要な環境色
- ・人工物の色彩：昇開橋・新田大橋は中明度・高彩度のR（赤）系

#### 【早津江川橋梁の架橋地周辺の色彩特性】



- ・周辺環境色：河畔の地被類をはじめとするYR～GY系が特に主要な環境色
- ・人工物の色彩：一般的な住居が大半を占め、低彩度の色彩で構成

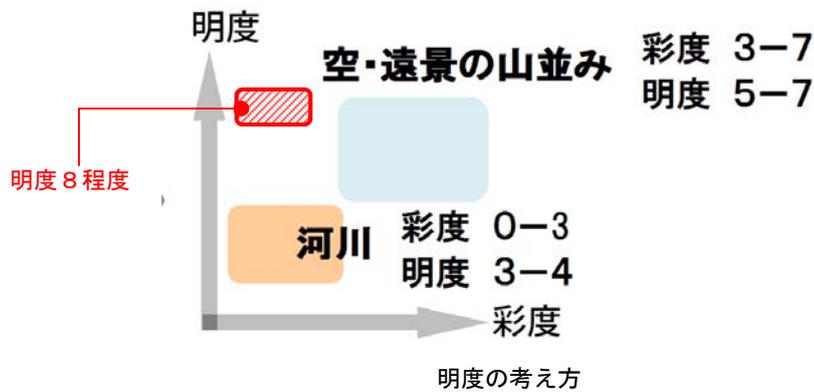
○色彩調和領域を10R～5GYに設定



#### (4) 明度の絞り込み（両橋共通）

筑後川橋梁と早津江川橋梁共に、中遠景では軽やかに河川を跨ぐようにアーチリブの河川景観のシンボル化、近景ではアーチリブが風景に映えることが求められる。

そのため、河川や背景の山々より明るい高い明度で、軽快感があり、眩しすぎない明度8程度とする。



筑後川橋梁（高明度）



筑後川橋梁（低明度）

低明度は軽快感がなくなり、かつ  
圧迫感が大きいため避ける



早津江川橋梁（高明度）



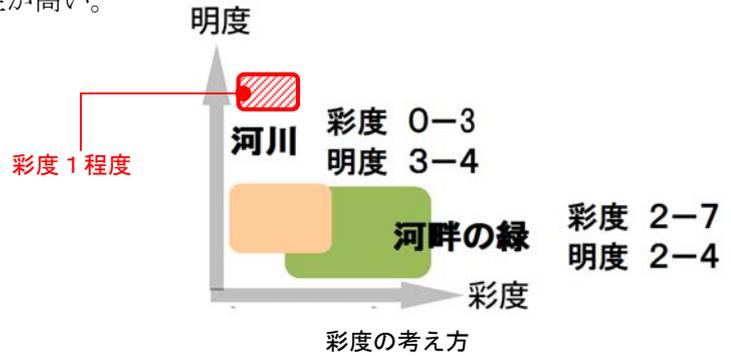
早津江川橋梁（低明度）

低明度は軽快感がなくなり、かつ  
圧迫感が大きいため避ける

**(5) 彩度の絞り込み（両橋共通）**

彩度は、夏場に彩度2～4となる河畔の緑より鮮やかさを抑え、四季の変化に馴染むように、低い彩度で鮮やかさを抑えた彩度1程度とする。

なお、周辺の昇開橋のトラス材や新田大橋のランガー材は鮮やかな赤であるが、部材が主張しにくい細い線材であるため、風景の中で大きな存在感となっていない。一方、筑後川橋梁と早津江川橋梁は、部材が主張しやすい太いアーチであるため、自然景観の中で主張しやすく、鮮やかな赤が風景に馴染まない可能性が高い。



筑後川橋梁（高彩度）

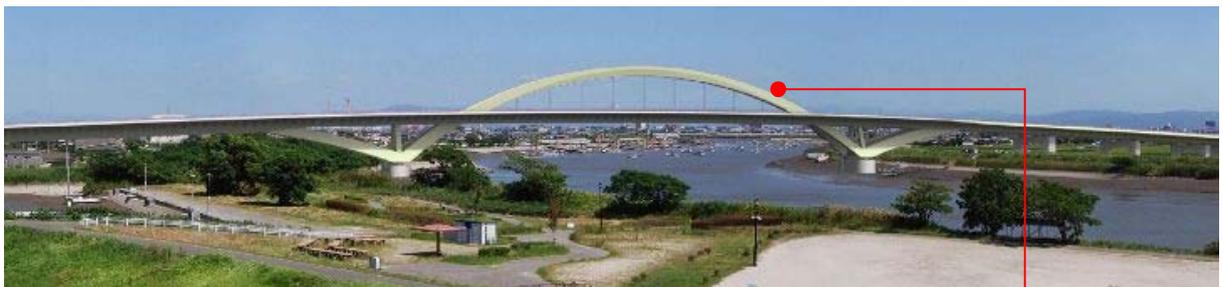


筑後川橋梁（低彩度）

アーチ部材が太く、高彩度だと風景に馴染みにくい



早津江川橋梁（高彩度）

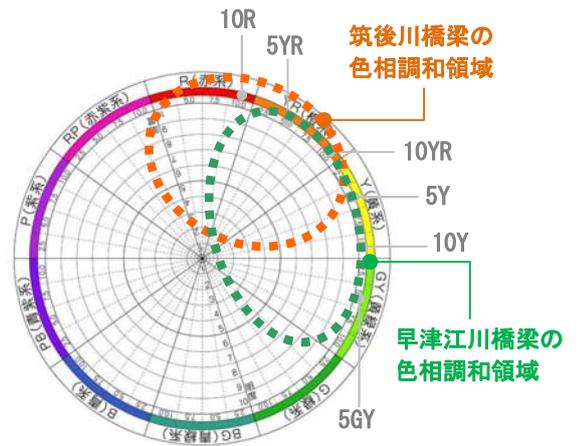
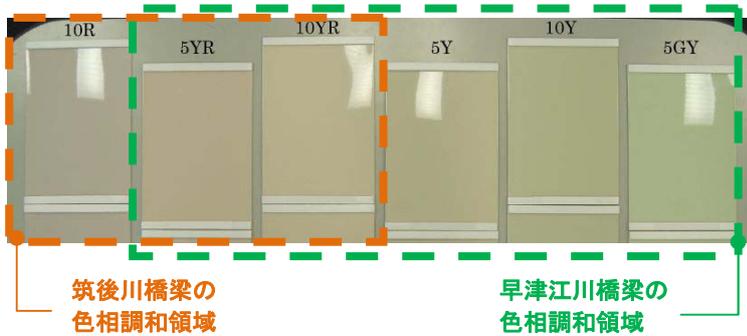


早津江川橋梁（低彩度）

アーチ部材が太く、高彩度だと風景に馴染みにくい

**(6) 現地での塗り板及びフォトモンタージュでの確認**

架橋地周辺の環境や歴史遺産と馴染む色相調和領域 10R～5GYから、塗り板を作成し現地確認を行った  
 ※A4版塗り板では細かな色相差は識別しづらいことから、塗り板の色相は各色相の中間値および境界値を設定した



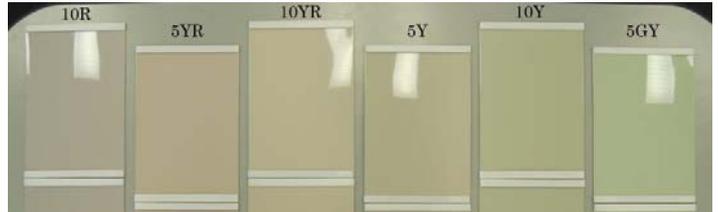
**1) 筑後川橋梁**

彩度の高い昇開橋を背景に見ると、10Rより黄色味みの多い5YRと10YRの方が風景に映えて見え、軽快に見える。

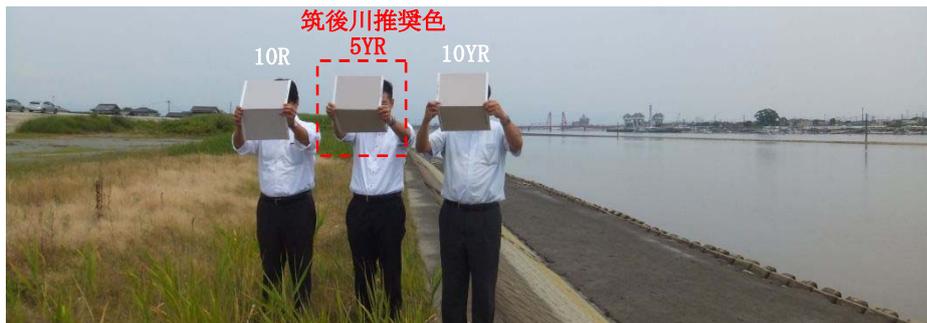
一方、10YRは河川空間（YR系）に溶け込みやすく、軽快感が創出されにくい。そのため、周辺環境に対して5YRが最も調和する。



1次選定の様子



1次選定に用いた塗り板（左の写真の並びと同様）



2次選定の様子（夏季の環境色での確認）



2次選定の様子（冬季の環境色での確認）

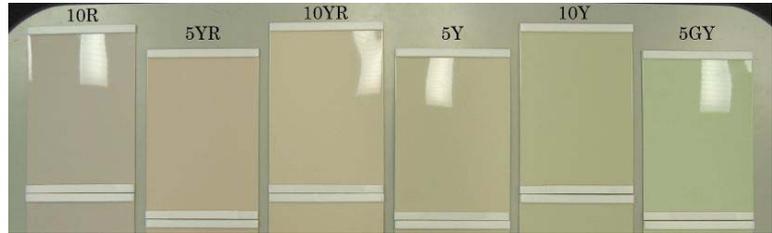
## 2) 早津江川橋梁

10Y、5GYは河川空間を背景に見ると明るく見え、軽快感が創出されやすい。

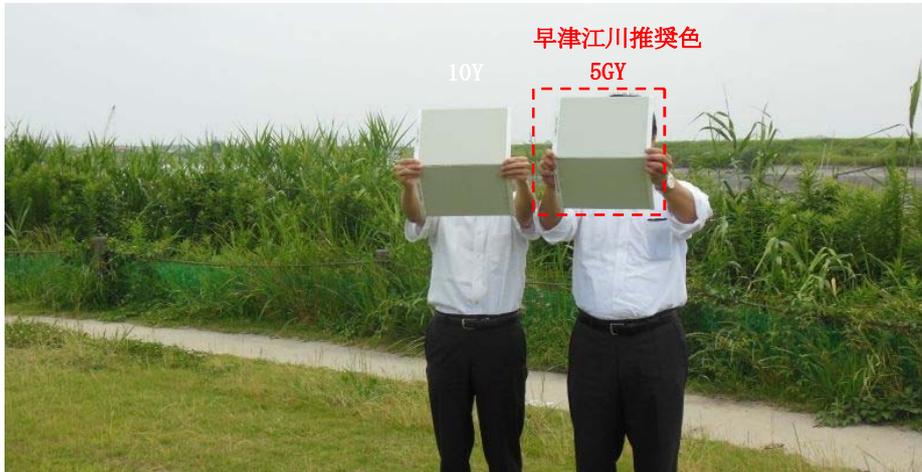
ただし10Yは5GYと比較すると黄色味が強く、広い緑地（GY系）を背景にするとくすんだ見え方になりやすい。そのため、緑地（GY系）に馴染む5GYが最も調和する。



1次選定の様子



1次選定に用いた塗り板（左の写真の並びと同様）



2次選定の様子（夏季の環境色での確認）



2次選定の様子（冬季の環境色での確認）

### 3) フォトモンタージュによる検証

#### ①筑後川橋梁

筑後川橋梁は推奨色である5 YR 8/1で夏季の晴天・曇天時、冬季の晴天時のフォトモンタージュを作成し、いずれの天候・季節でも調和していることから、推奨色で問題が無いことを確認した。



筑後川橋梁（遠景・夏季・晴天時）



筑後川橋梁（近景・夏季・晴天時）



筑後川橋梁（中景・夏季・晴天時）



筑後川橋梁（中景・夏季・曇天時）



筑後川橋梁（中景・秋季・晴天時）

## ②早津江川橋梁

早津江川橋梁は推奨色である5GY 8/1で夏季の晴天・曇天時、冬季の晴天時のフォトモンタージュを作成し、いずれの天候・季節でも調和していることから、推奨色で問題が無いことを確認した。



早津江川橋梁（遠景・夏季・晴天時）



早津江川橋梁（近景・夏季・晴天時）



早津江川橋梁（中景・夏季・晴天時）



早津江川橋梁（中景・夏季・曇天時）



早津江川橋梁（中景・秋季・晴天時）

#### 4) 2橋の統一感の確認

##### ①遠景

遠景からは色相の差は視認できず、2橋は淡いトーン（明度・彩度）で統一されているため、統一感は確保されている



中の島付近より望む



花宗水門より望む

##### ②走行景観

走行景観からは筑後川橋梁の「橙（YR系）」と三重津海軍所跡の「緑（GY系）」の異なる色相でそれぞれの場所の特性が表現されている。

また、両橋の特徴が色相の差により表現されつつ、トーン（明度・彩度）が統一されているため、調和や統一感が確保しやすい配色となっている。

※トーンがそろっていて、色相に差のある配色は「トーン・イン・トーン配色」と呼ばれ、調和しやすい配色である



筑後川橋梁の走行景観



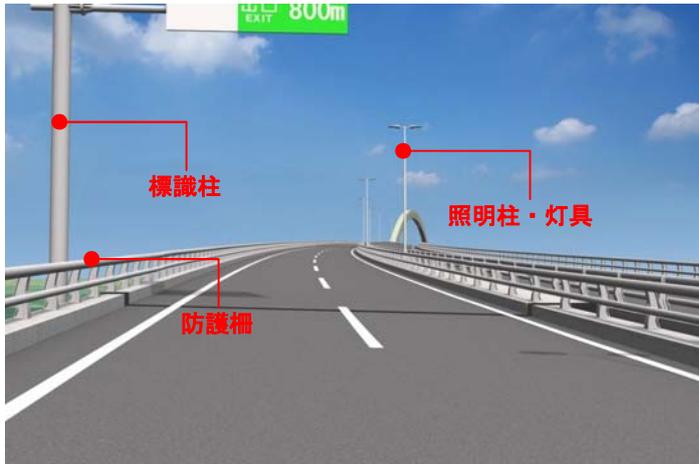
早津江川橋梁の走行景観

### (7) 付属物の色彩

周辺の開けた空間には、昇開橋、導流堤、三重津海軍所跡といった歴史遺産が位置し、風景そのものが地域のシンボルであり、これらを見る代表視点場となるのが橋上空間となっている。

そのため、橋上空間の付属物は周辺資源やアーチリブを引き立てるよう素材そのままのモノトーンを基本とする無彩色（白～黒）とする。

防護柵、標識柱、照明柱等は、材料色であり耐久性に優れるグレーを推奨色とする。



橋上付属物の一覧

N-75

付属物推奨色：グレー

※付属物の無彩色（白～黒）とは亜鉛めっき塗装やアルマイト処理（アルミニウム専用のめっき加工）

### (8) 吊材の色彩

吊り材の色彩は、橋上付属物の考え方を踏襲し、周辺資源やアーチリブを引き立てるよう無彩色（白～黒）を基本とした上で、2橋のケーブル配置が確認しやすく、吊り材の材料色であり耐久性に優れる黒色を推奨色とする。

N-40

吊材推奨色：黒色



筑後川橋梁（走行景観）



早津江川橋梁（走行景観）



筑後川橋梁（外景観・近景）



早津江川橋梁（外景観・中景）

### 3.5. イメージパース

#### (1) 筑後川橋梁



筑後川右岸からの見え方



筑後川下流：新田大橋からの見え方

#### (2) 早津江川橋梁



佐野常民記念館2階テラスからの見え方



早津江川左岸からの見え方

## 4. 筑後川橋梁と早津江川橋梁の構造設計における工夫

### 4.1. 検討の流れと概要

本橋の構造特性や周辺の環境特性を適切に評価し、安全性や使用性、耐久性を高いレベルで確保するため、構造設計において以下の工夫を実施した。

#### (1) 耐風設計

本橋の最大支間は筑後川橋梁で170m、早津江川橋梁で150mと長く、「道路橋耐風設計便覧」に基づく簡易判定の結果、耐風安定性に懸念がある結果が得られた。そこで、現地風観測結果を反映した風洞試験を実施し、耐風安定性について詳細な検討を行った。

#### (2) 耐震設計

架橋地地盤は有明海沿岸特有の軟弱層が深く堆積し、基盤層が明確でないことを踏まえ、道路橋示方書で示される地震波だけではなく、架橋地条件を反映した地震波と比較した上で、設計地震波を設定した。

#### (3) 地盤検討

架橋地では有明粘土に代表される軟弱土層が互層状に厚く堆積し、極めて複雑な地盤性状を示す。地盤の特性を適切に評価し構造物の安全性や使用性を確保するため、地表付近の砂質土に対する液状化、支持層以深の粘性土に対する圧密沈下について評価を加え、設計に取り込むものとした。

#### (4) 板組検討

支点部やアーチリブと補剛桁の結合部などは、3次元的に部材が交わる箇所であり複雑な板組構造を強いられる。また、本橋床版は5m超の長大な張出し長を有し、その基部は大きな応力が発生することが懸念される。これら部位については、FEM解析を行うことで応力性状を明確化し、適正な板組構造を採用した。

#### (5) 維持管理計画

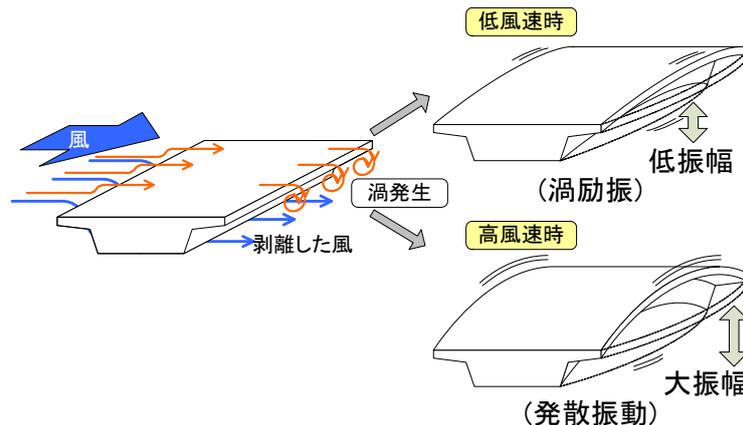
本橋を長期間にわたり安全に使用するためには、適正な維持管理計画が重要である。ここでは、点検や補修補強等が確実かつ合理的に行えるように、維持管理施設の配置や補修補強要領を設計に取り込むとともに、維持管理計画を立案した。

## 4.2. 耐風設計

本橋の最大支間は筑後川橋梁で170m、早津江川橋梁で150mと長く、「道路橋耐風設計便覧」に基づく簡易判定の結果、耐風安定性に懸念がある結果が得られた。そこで、現地風観測結果を反映した風洞試験を実施し、耐風安定性について詳細な検討を行った。

### (1) 風洞試験の目的と手順

風による構造物の振動には、低風速の限られた風速範囲で発現する渦励振と、ある風速以上で急激に振幅が大きくなる発散振動がある。



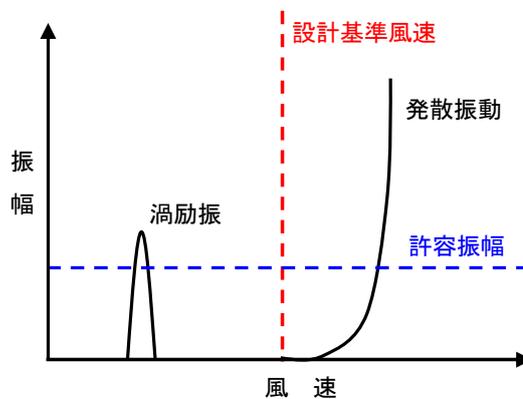
渦励振と発散振動のイメージ

※渦励振(うずれいしん): 桁の上下面上あるいは桁の縁付近で剥離した風の流が、桁の振動と同調する現象。

主に桁断面形状から影響を受け、比較的low風速時に鉛直たわみやねじれ振動として発生する。

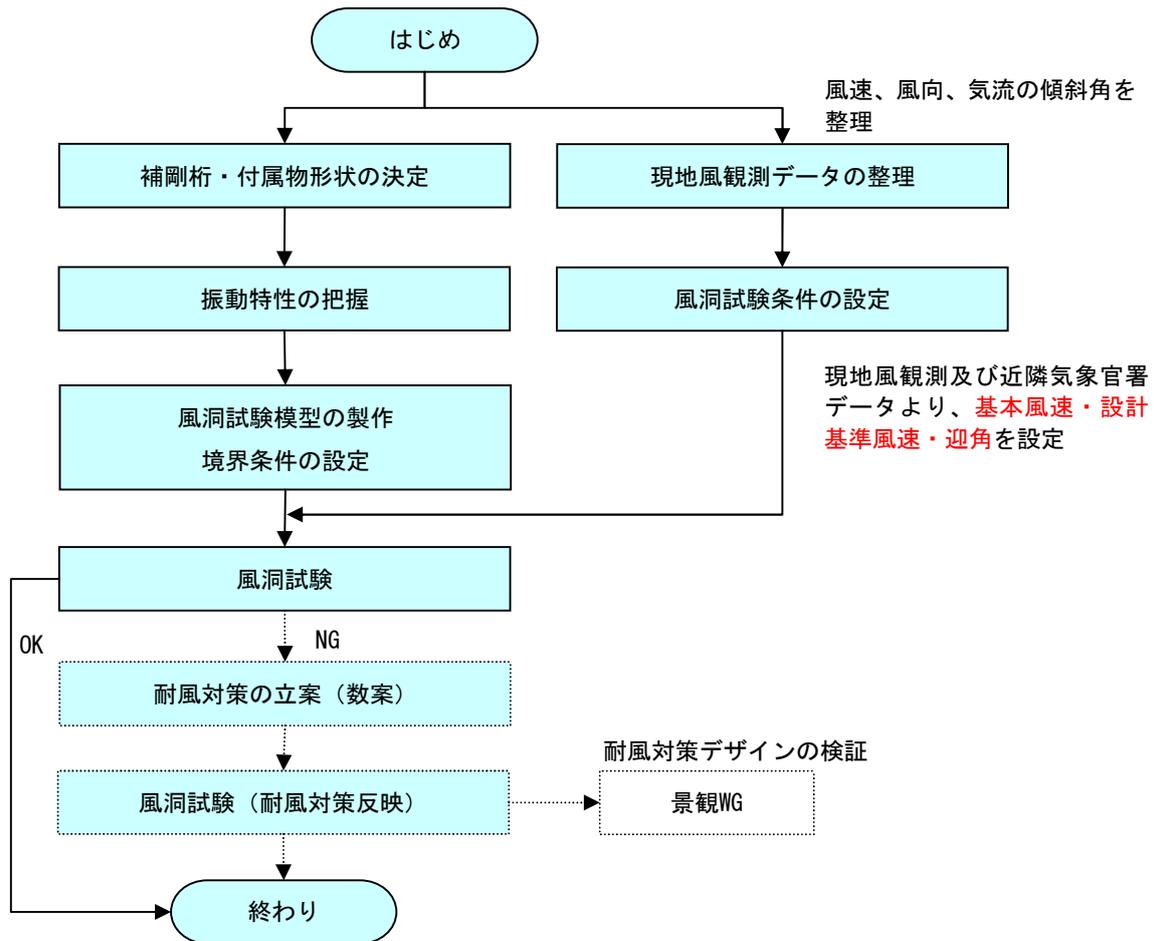
※発散振動(はっさんしんどう): 一度発生すると風速の僅かな増加で急激に振動応答が大きくなり、重大な損傷を与える危険性の高い発散的な振動。渦励振に比べ高風速時に発生する。

風洞試験では、渦励振の発現振幅が許容振幅以下であること、設計基準風速が発散振動発現風速以下であることを確認することで、耐風安定性を立証するものである。なお、所定の耐風安定性を確保できていない場合は、耐風対策を講じた上で、再度風洞試験による検証を行った。



風速と振幅の関係

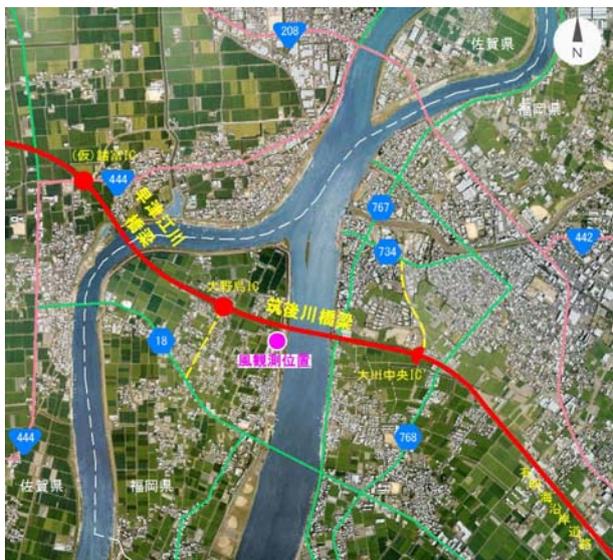
次頁に風洞試験の手順を示す。



風洞試験の手順

## (2) 現地風観測データの整理

現地風観測は、筑後川架橋地点の右岸側堤防において実施した。観測地点周辺は開けた平野であり、低層の住宅と田畑が広がっている。また、観測点から早津江川橋梁までの距離は約1.4kmである。



現地風観測地点



風向風速計状況

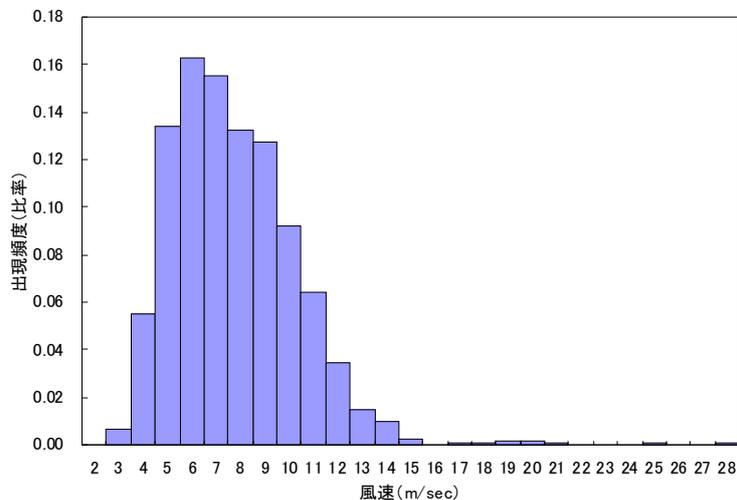
### 風向風速計情報

項目	内容	備考
風向風速計	3次元超音波風速計	
風速計の高度	20m	
計測期間	2002年6月1日～2008年12月1日 欠測期間を除くと1267日（約3年6ヶ月分）の観測	24時間計測期間

現地風観測データの整理結果を以降に示す。

#### 1) 風速頻度分布

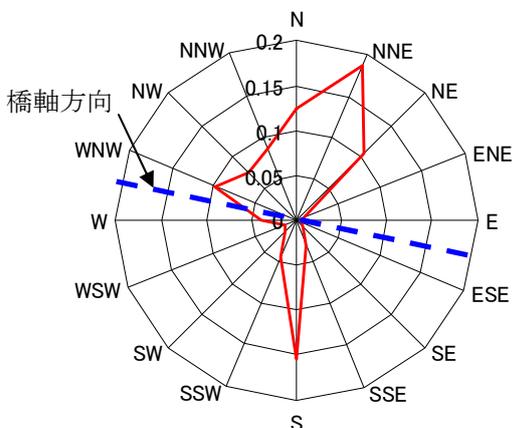
2002年6月1日から2008年12月1日までの日最大風速の風速頻度分布を下表に示す。10分間平均風速は概ね3m/sから15m/sに分布し、最大値は28m/s、最頻値は6m/sとなっている。



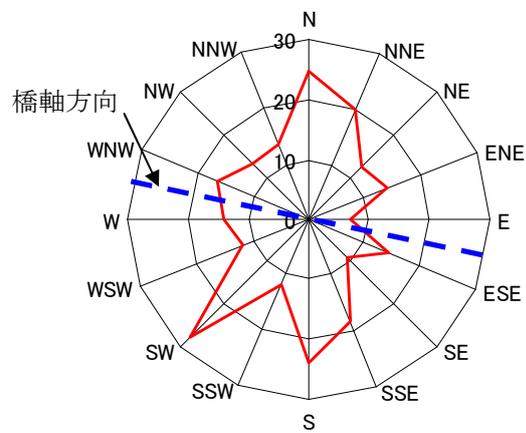
風速頻度分布

#### 2) 風向特性

日最大風速の風配図（風向頻度）及び風向別最大風速を下図に示す。卓越風向は北北東と南であり、筑後川の上流と下流の方向と一致する。日最大風速の最大は南西で、北、南の順である。これらより、架橋地点では橋軸直角方向の風向頻度と風速が高いことが分かる。



風配図

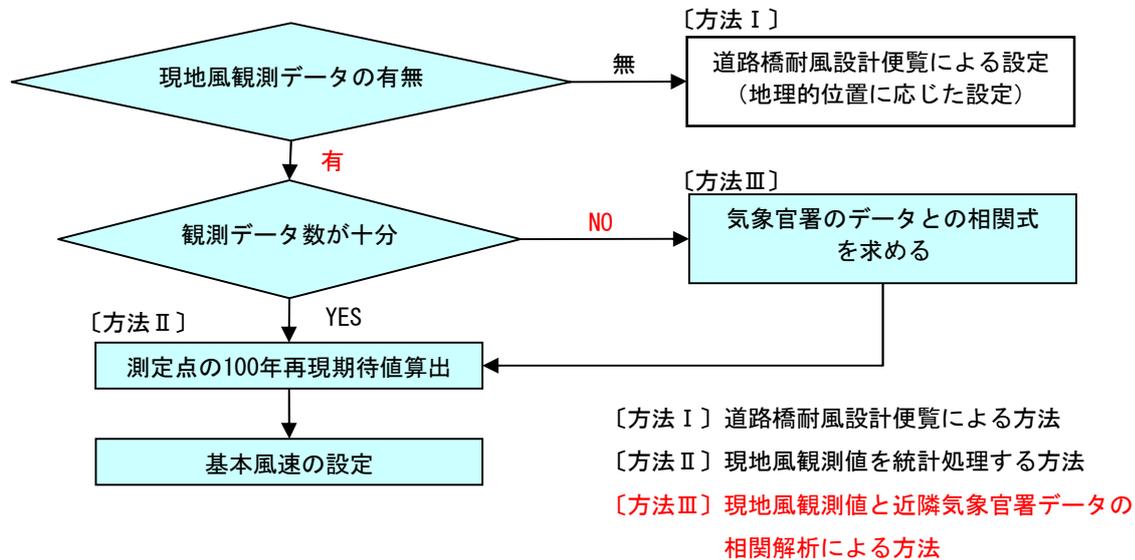


風向別最大風速

### (3) 風洞試験条件の設定

#### 1) 基本風速

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基本風速及び設計基準風速の100年再現期待値の設定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。



基本風速の設定フロー

当該風観測地点の近傍で風観測を行っている気象官署には、佐賀地方気象台、川副地域観測所、大牟田地域観測所、久留米地域観測所の4ヶ所がある。

架橋地は筑後平野を流下して有明海に注ぐ筑後川下流に位置し、地形的な特徴として、北西から北側にかけて平地が広がり、北東から南東側には山地が迫っている。

佐賀地方気象台は、架橋位置と同じ筑後平野に位置し高い相関が期待されるとともに、1929年から84年間の年最大風速記録があるため、相関解析の対象気象官署として選出した。

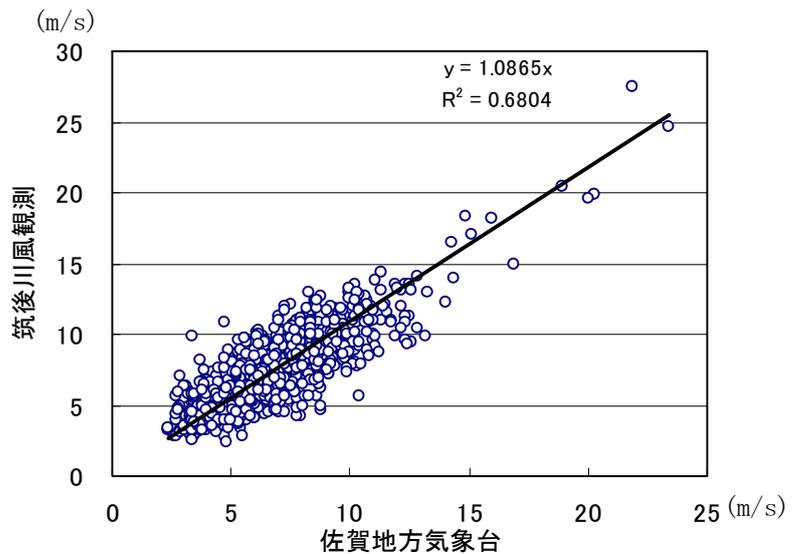
一方、川副地域観測所は、架橋位置に最も近いが、風観測データの蓄積（平成18年～）が少なく、風速が整数値でしか収録されていないため解析精度に課題があると判断し除外した。また、久留米地域観測所及び大牟田地域観測所は、架橋位置とやや離れていること、周辺に山地が近接し架橋地の風環境と異なることから除外した。



架橋位置と近隣気象官署

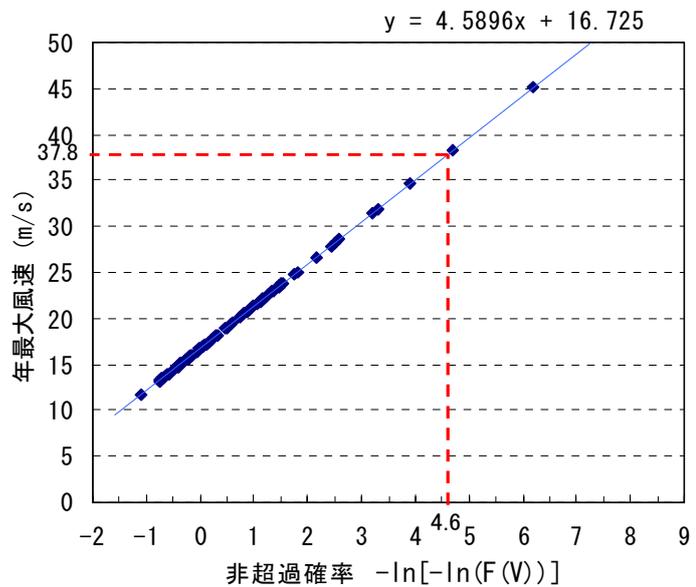
2002年6月1日から2008年12月1日までの筑後川架橋地点と佐賀地方気象台との日最大風速について相関解析を行った。佐賀地方気象台との相関解析結果を右図に示す。相関係数Rは0.825と高い値であり、特に問題はない。

佐賀地方気象台との回帰式  
 $Y$  (筑後川) =  $1.0865 \cdot X$  (佐賀)



筑後川風観測と佐賀地方気象台の日最大風速の相関  
 (2002年6月1日～2008年12月1日、欠測日は含まず)

年最大風速の極値分布は、極値 I 型分布 (Gumbel分布) によくあてはまることが知られている。佐賀地方気象台の年最大風速が極値 I 型分布に従うものとして、非超過確率を算定した結果を右図に示す。佐賀地方気象台 (高度56.1m) における再現期間100年の年最大風速には37.8m/sが得られた。



佐賀地方気象台の年最大風速の極値分布

筑後川風観測点の基本風速について、筑後川風観測点と佐賀地方気象台との日最大風速の回帰式及び佐賀地表気象台の再現期間100年の年最大風速より算定した結果を下表に示す。

架橋地の基本風速〔方法 I〕

	再現期間100年	備考
筑後川風観測点の期待値	41.1m/s	$1.0865 \times 37.8 = 41.1\text{m/s}$ (TP+25m)
架橋地点の基本風速 (地表粗度区分Ⅱの高度10m)	31m/s	道路橋耐風設計便覧に従い、地表粗度区分ⅠTP+25から地表粗度区分ⅡのTP+10に変換する。その補正係数E1は便覧の表-4.3より1.33である。 $41.1\text{m/s} \div 1.33$ (補正係数E1) = 30.9m/s

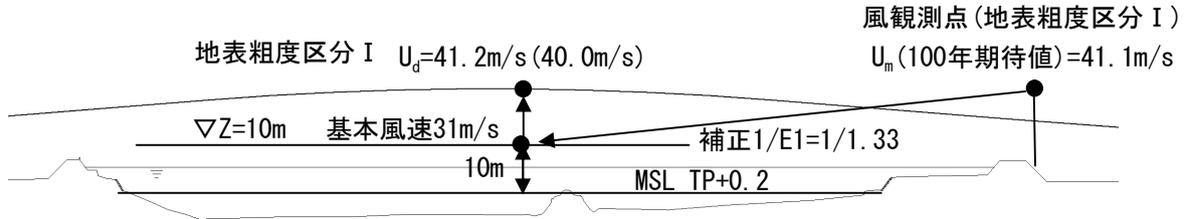
## 2) 設計基準風速

設計基準風速は、道路橋耐風設計便覧に準拠し、基本風速から地表粗度区分及び標高の補正を行い算定する。

橋梁（地表粗度区分 I）の代表高度の設計基準風速 $U_d=U_{10} \times E1$

筑後川橋設計基準風速  $U_d=31 \times 1.33=41.2\text{m/s}$

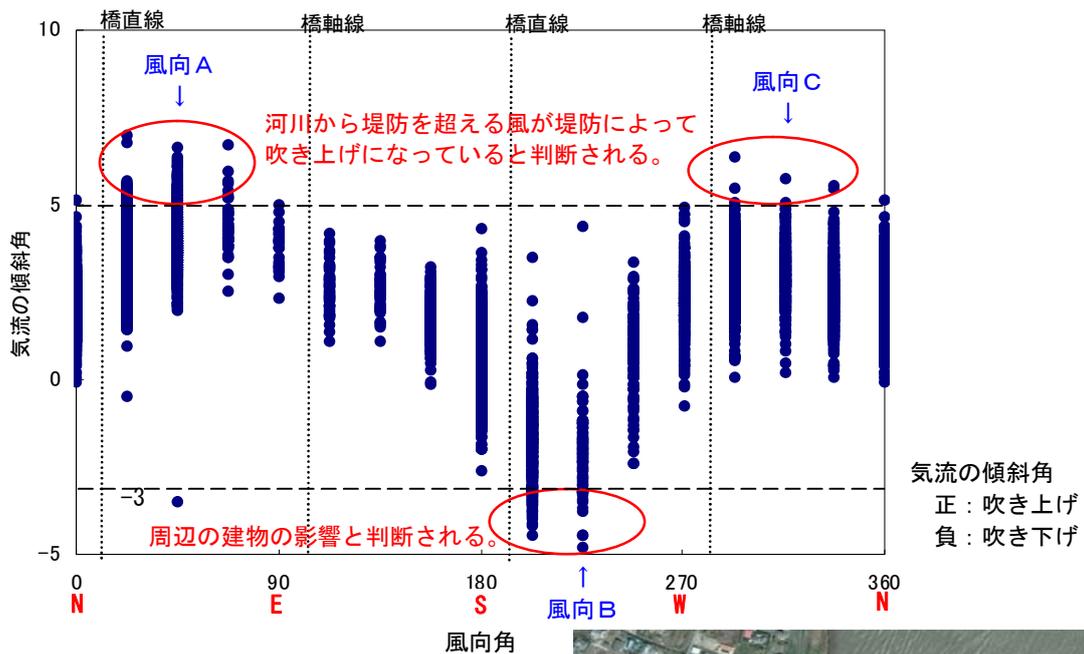
早津江川橋設計基準風速  $U_d=31 \times 1.29=40.0\text{m/s}$



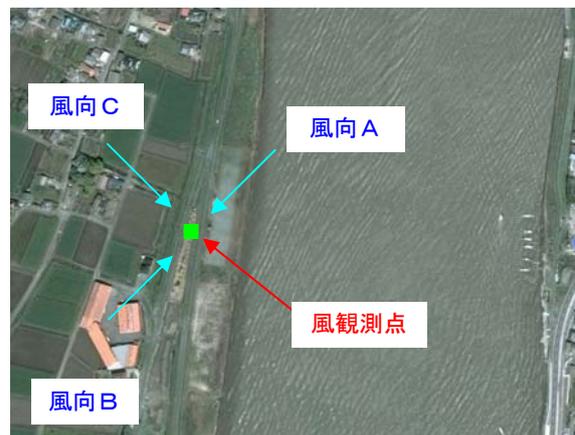
設計基準風速の設定方法の概念図

## 3) 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。



風向角と気流の傾斜角の関係



#### 4) 風洞試験に用いる風の条件

風洞試験に用いる風の条件をまとめると下表の通りとなる。

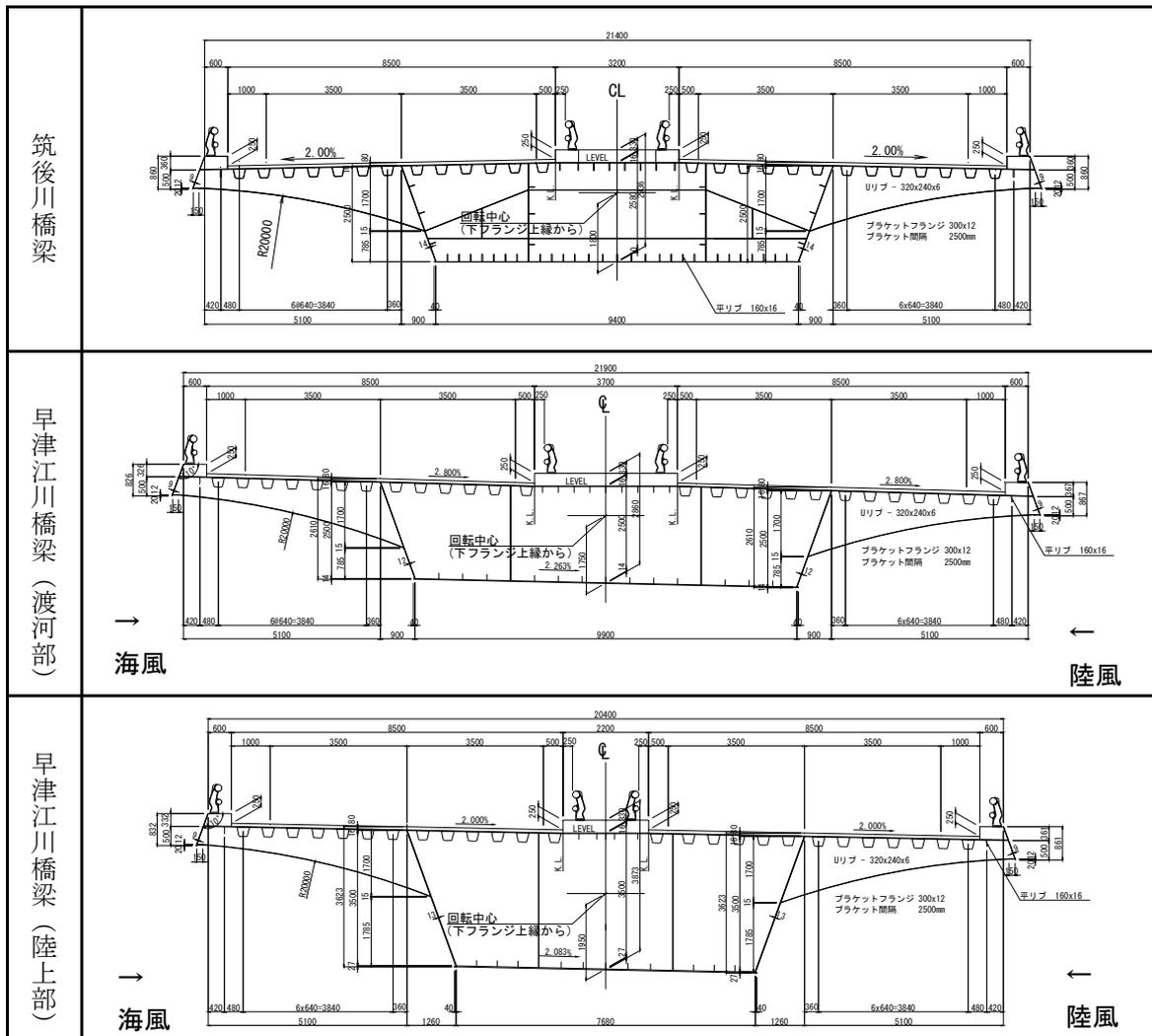
風洞試験に用いる風の条件

	筑後川橋	早津江川橋	備考
基本風速 $U_{10}$	31.0m/s		本資料における提案
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に該当するため、河川部周辺の地表粗度区分IIより地表粗度を1つづらす
代表高度	22.0m	19.5m	河川部の路面計画高の最大値
設計基準風速 $U_d$	41.2m/s	40.0m/s	本資料における提案
気流の傾斜角	$-3^\circ$ から $+5^\circ$		架橋地点の風観測による設定
乱れ強さ $I_u$	0.13	0.14	道路橋耐風設計便覧に基づく標準値

#### 5) 桁断面

風洞試験に用いる桁断面を下図に示す。

風洞試験に用いる桁断面



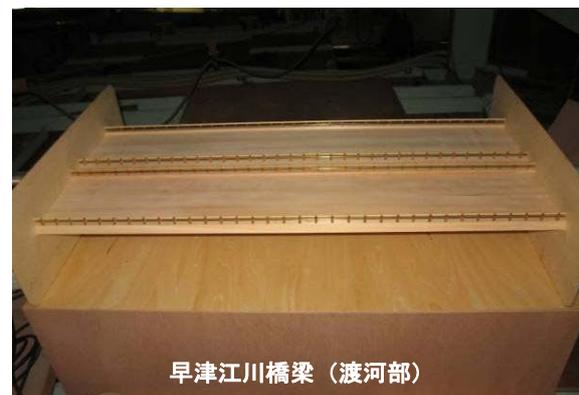
#### (4) 風洞試験結果

##### 1) 基本断面

基本断面における風洞試験の結果、筑後川橋梁は耐風安定性を有することが判明した。また、早津江川橋梁は許容振幅以上の渦励振（鉛直たわみ振動）が発現するため、耐風対策が必要となった。

風洞試験結果一覧（基本断面）

項 目		筑後川橋梁	早津江川橋梁
鉛直たわみ 振 動	発散振動	発現しない	発現しない
	渦励振	発現しない	【迎角 +5°】（渡河部） 発見振幅 0.18m > 許容振幅 0.133m NG 【迎角 +5°】（陸上部） 発見振幅 0.26m > 許容振幅 0.133m NG
ね じ れ 振 動	発散振動	発現しない	発現しない
	渦励振	【迎角 +5°】 発見振幅 0.45° < 許容振幅 2.062° OK	照査風速以下では 発現しない
判 定		耐風安定性を有する	耐風対策が必要

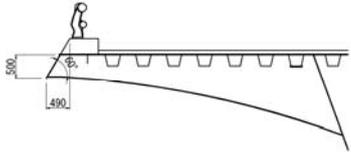
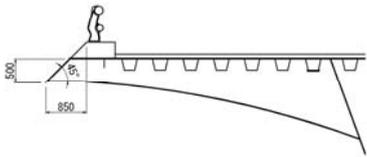
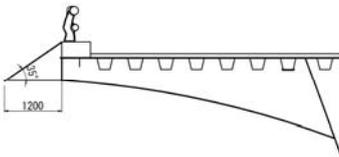
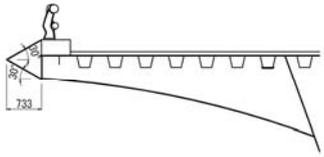
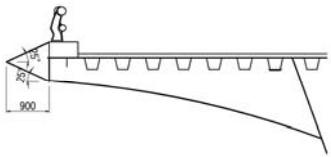
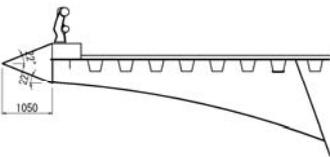
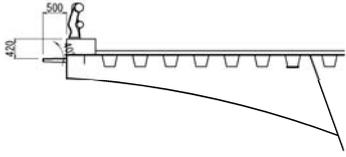
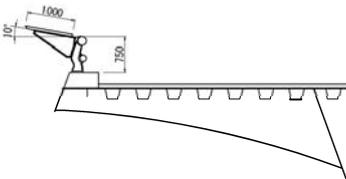


風洞試験状況

## 2) 耐風対策（早津江川橋梁）

早津江川橋梁の耐風対策として、下表に示す対策1～4について検討を行った。

耐風対策一覧（早津江川橋梁）

【対策1】側縦桁傾斜角の変更	
a) $\theta = 60^\circ$ 	b) $\theta = 45^\circ$ 
【対策2】フェアリング設置	
a) 直角三角形 ( $\theta = 35^\circ$ ) フェアリング長1200mm 	b) 二等辺三角形 ( $\theta = 30^\circ$ ) フェアリング長733mm 
c) 二等辺三角形 ( $\theta = 25^\circ$ ) フェアリング長900mm 	d) 二等辺三角形 ( $\theta = 22^\circ$ ) フェアリング長1050mm 
【対策3】水平プレート設置	【対策4】フラップ設置
a) 水平プレート長500mm 	a) フラップ長1000mm 

検討の結果、比較案の中で唯一耐風安定性を満足することができるフェアリング（二等辺三角形： $\theta = 22^\circ$ ）を設置することとした。本耐風対策後の風洞試験結果を下表に示す。

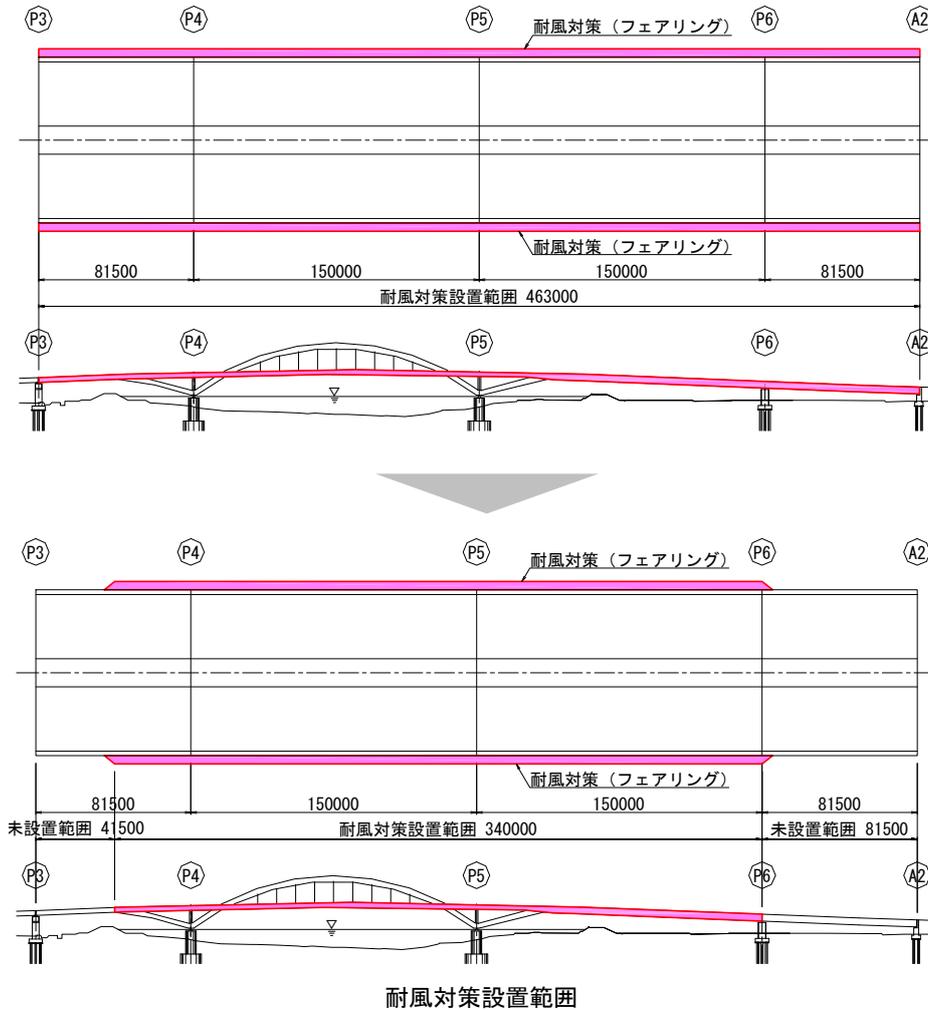
風洞試験結果一覧（耐風対策断面）

項 目		早津江川橋梁（渡河部）	早津江川橋梁（陸上部）
鉛直たわみ 振 動	発散振動	発現しない	発現しない
	渦励振	風洞試験：発現しない 解析値：発現振幅 0.04m < 許容振幅 0.133m OK	風洞試験：発現振幅 0.16m 解析値：発現振幅 0.08m < 許容振幅 0.133m OK
判 定		耐風安定性を有する	耐風安定性を有する

※ 渦励振の解析値は、渡河部と陸上部の風洞試験による空気力を反映した全橋の動的解析値である。

### 3) 耐風対策設置範囲（早津江川橋梁）

側径間（P3-P4間及びP6-A2間）は支間長が短いため、耐風安定性への影響が小さく、耐風対策を省略できることが考えられた。そこで、風洞試験による空気力を用いて動的解析を行った結果、耐風対策設置範囲短縮案にて最大振幅が許容振幅以下であることが確認されたため、耐風対策の設置範囲を短縮するものとした。



耐風対策設置範囲短縮案の解析結果

項 目		早津江川橋梁（渡河部）	早津江川橋梁（陸上部）
鉛直たわみ 振 動	渦励振	最大振幅 0.03m < 許容振幅 0.133m OK	最大振幅 0.06m < 許容振幅 0.133m OK
判 定		耐風安定性を有する	耐風安定性を有する

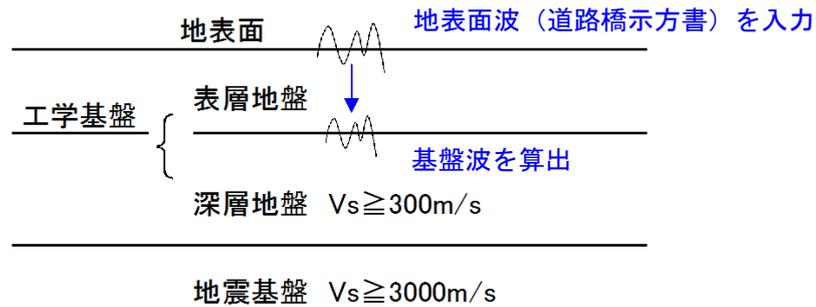
※ 渦励振の解析値は、渡河部と陸上部の風洞試験による空気力を反映した全橋の動的解析値である。

### 4.3. 耐震設計

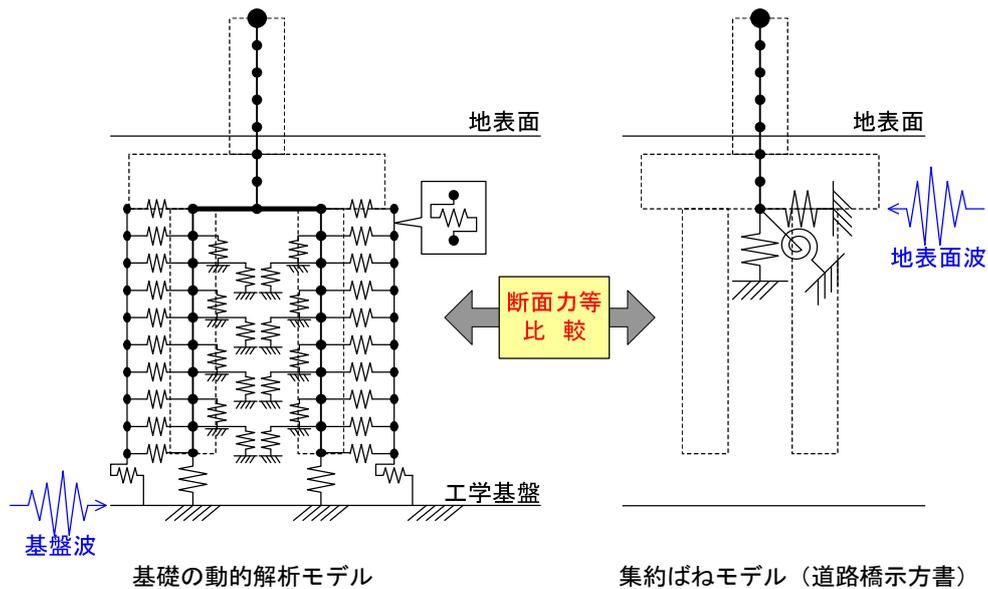
#### (1) 概要

架橋地地盤は有明海沿岸特有の軟弱層が深く堆積し、基盤層が明確でないことを踏まえ、道路橋示方書で示される地震波だけではなく、架橋地条件を反映した地震波と比較した上で、設計地震波を設定した。

【STEP1】 等価線形化法による地震波の引き戻し解析



【STEP2】 基礎の動的解析

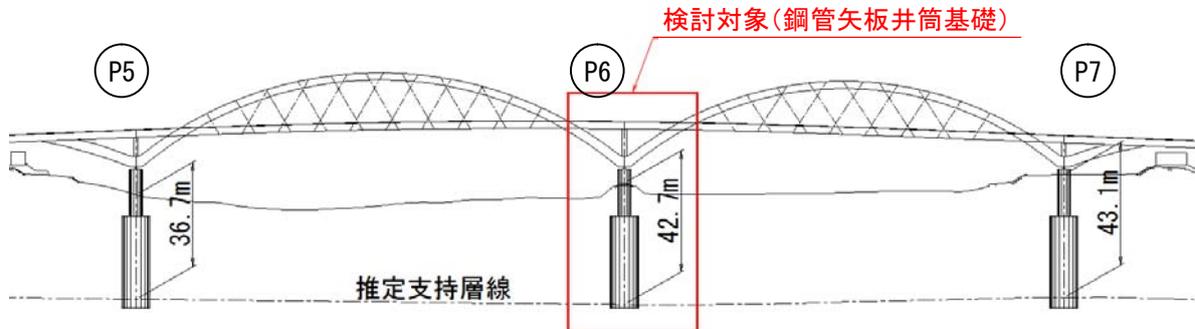


耐震設計の概要

## (2) 対象橋脚

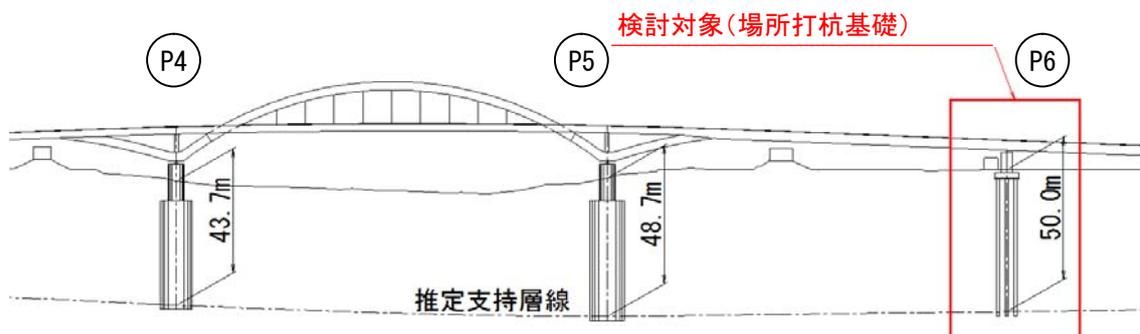
耐震設計の比較を実施する対象橋脚は、筑後川・早津江川橋梁にて各々1箇所とする。

### 【筑後川橋梁】



P6橋脚を対象橋脚とする。P6橋脚は下部工設計反力が最も大きく、かつ、支持層までの深度が最も深いP7橋脚とほぼ同等であることから、地震時の「地盤振動の増幅の影響」と「下部工への地震力作用」が大きいと考えられるためである。

### 【早津江川橋梁】

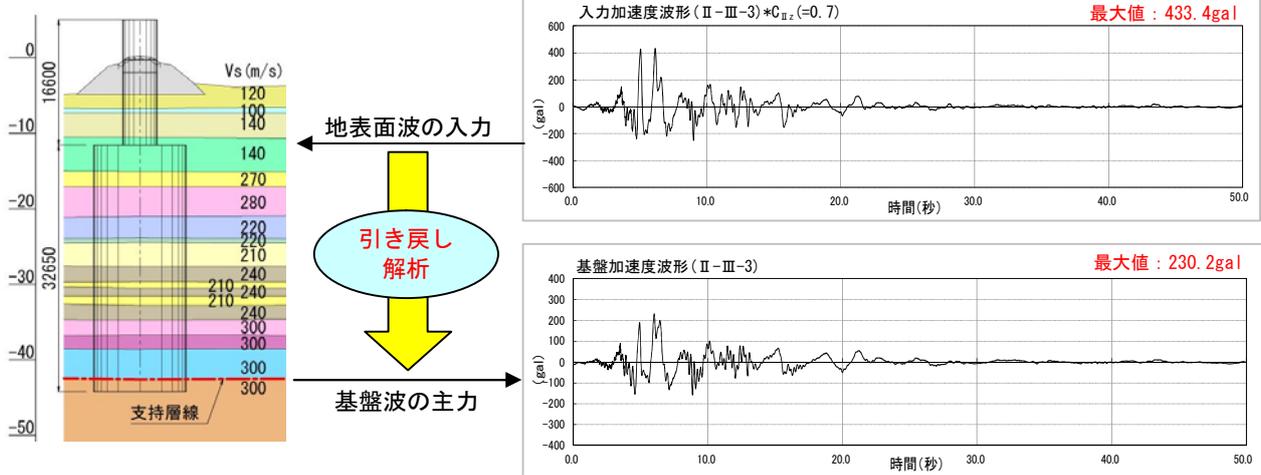


P6橋脚を対象橋脚とする。P6橋脚は支持層までの深度が最も深く、かつ、下部工設計反力が最も大きいP5橋脚とほぼ同等であることから、地震時の「地盤振動の増幅の影響」と「下部工への地震力作用」が大きいと考えられるためである。

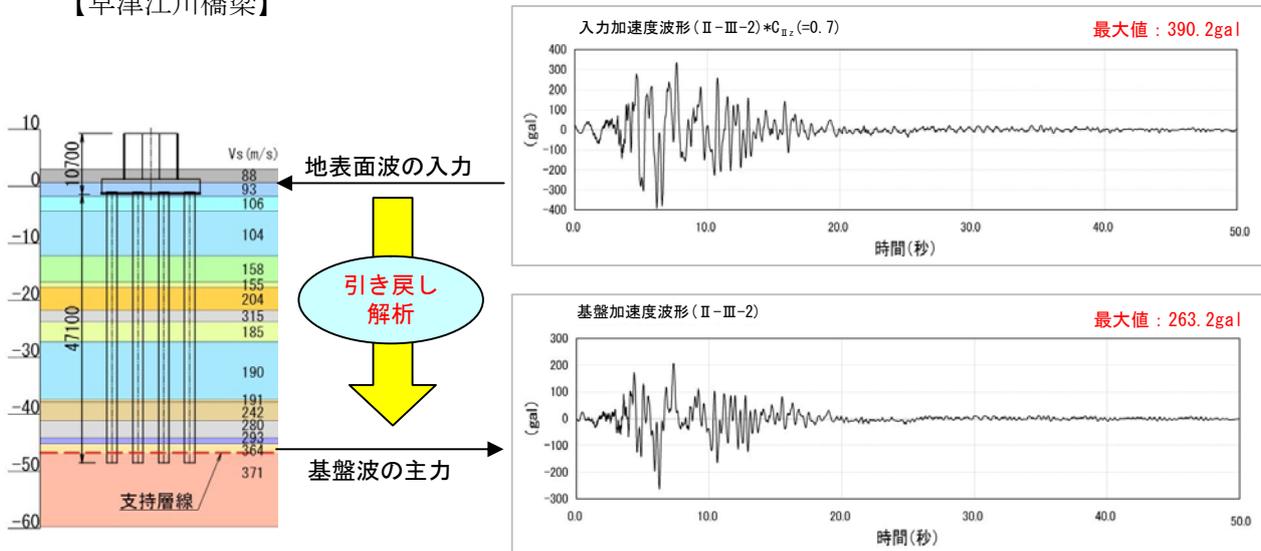
### (3) 地震波の引き戻し解析

等価線形化法による地震波の引き戻し解析を行うことにより、増幅される前の工学的基盤面における地盤波を作成した。

【筑後川橋梁】



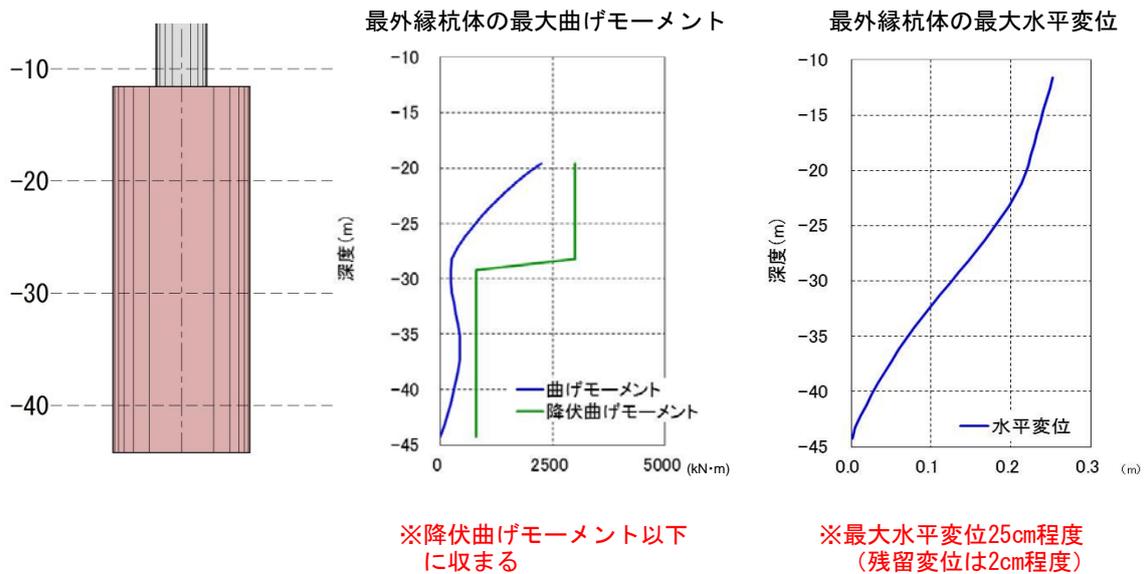
【早津江川橋梁】



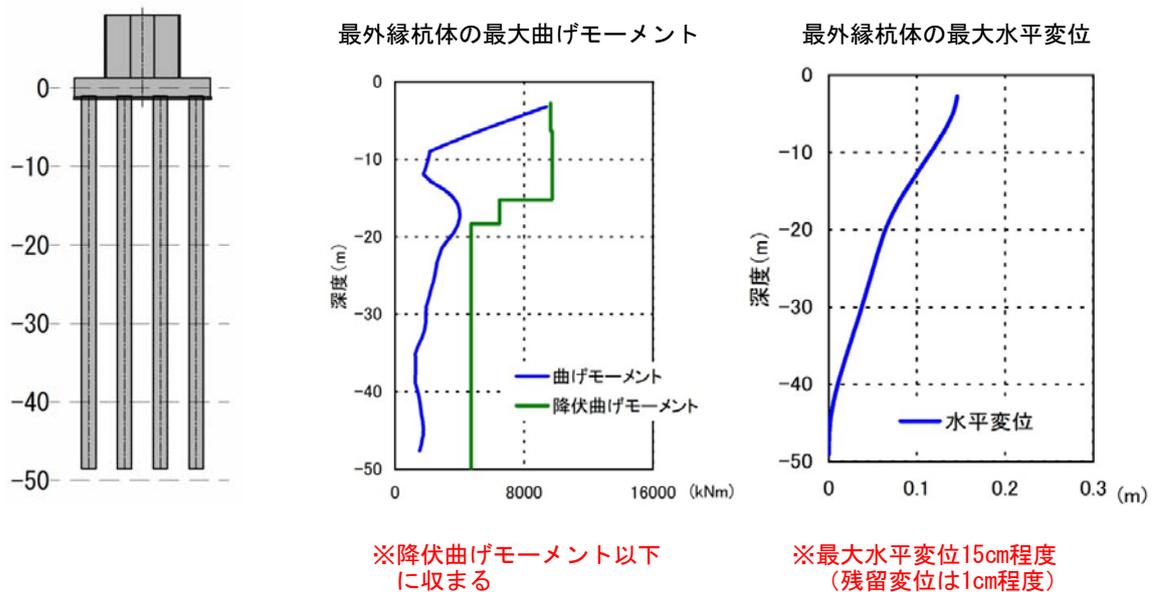
#### (4) 基礎の動的解析

基礎の動的解析結果を以下に示す。解析の結果、基礎の動的解析モデルによる応答値は、集約ばねモデル（道路橋示方書）により設計した断面の許容値以下に収まっていることが判った。従って、本橋における耐震設計は、集約ばねモデルにて実施することとした。

##### 【筑後川橋梁】



##### 【早津江川橋梁】

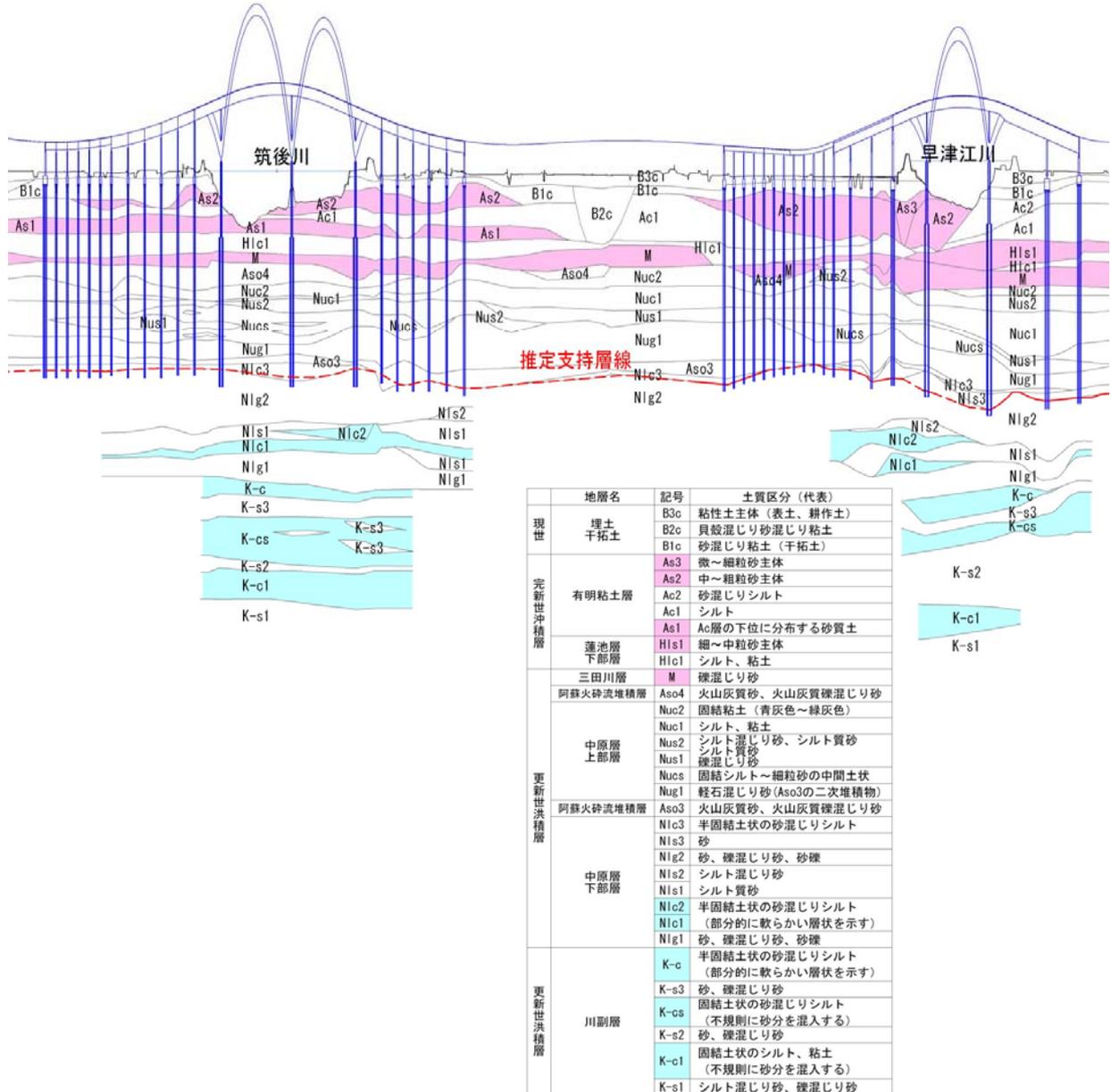


#### 4.4. 地盤検討

##### (1) 地盤土質概要

架橋地では、有明粘土に代表される軟弱土層が互層状に厚く堆積し、深度50m以深の洪積粘性土でも圧密沈下の可能性が示唆されるなど、極めて複雑な地盤土質性状を呈している。

ここでは、深度20m以浅の砂質土層（下図桃色部）に対する液状化、支持層以深の粘性土層（下図水色部）に対する圧密沈下の可能性について検討し、設計へ取り込むものとした。



架橋地の地盤土質状況

## (2) 液状化検討

深度20m以浅の砂質土層を対象とした液状化について、道路橋示方書に準拠して判定した結果、その大半の箇所では液状化の懸念があることが判明した。これらの層に対しては、耐震設計上土質定数を低減させて設計を行うものとした。

下表に、液状化判定結果を示す。表内着色部が液状化の懸念がある層を、表内数値が土質定数の低減係数を示している。

液状化判定結果

土層記号	深度	低減係数 DE								
		筑後川左岸			筑後川河道内			筑後川右岸		
		レベル1	レベル2 -タイプ I	レベル2 -タイプ II	レベル1	レベル2 -タイプ I	レベル2 -タイプ II	レベル1	レベル2 -タイプ I	レベル2 -タイプ II
As2	$x \leq 10\text{m}$	0.667	0.000	0.000	0.667	0.000	0.000	0.667	0.000	0.000
As1	$x \leq 10\text{m}$	0.333	0.000	0.000	0.333	0.000	0.000	0.333	0.000	0.000
	$10\text{m} < x$	0.667	0.333	0.333	0.667	0.333	0.333	0.667	0.333	0.333
M	$10\text{m} < x$	1.000	0.667	0.667	1.000	0.667	0.667	1.000	0.667	0.667

土層記号	深度	低減係数 DE								
		早津江川左岸			早津江川河道内			早津江川右岸		
		レベル1	レベル2 -タイプ I	レベル2 -タイプ II	レベル1	レベル2 -タイプ I	レベル2 -タイプ II	レベル1	レベル2 -タイプ I	レベル2 -タイプ II
As3	$x \leq 10\text{m}$	0.667	0.333	0.333	0.667	0.333	0.667	-	-	-
	$10\text{m} < x$	1.000	0.667	0.667	-	-	-	-	-	-
As2	$x \leq 10\text{m}$	0.667	0.000	0.667	0.667	0.333	0.667	-	-	-
	$10\text{m} < x$	1.000	0.667	0.667	1.000	0.667	0.667	-	-	-
As1	$10\text{m} < x$	-	-	-	1.000	0.667	0.667	-	-	-
Hls1	$10\text{m} < x$	1.000	0.333	0.333	1.000	0.667	0.667	1.000	0.667	0.667
M	$10\text{m} < x$	1.000	0.667	0.667	1.000	0.667	1.000	1.000	0.667	1.000

## (3) 圧密沈下検討

筑後川橋梁と早津江川橋梁は軟弱地盤上に計画される長大橋であるため、一般的な橋梁設計で行われる検討に加え、橋梁規模や特殊な形式及び地盤条件を踏まえた詳細な沈下検討を実施して安全性を確認した。

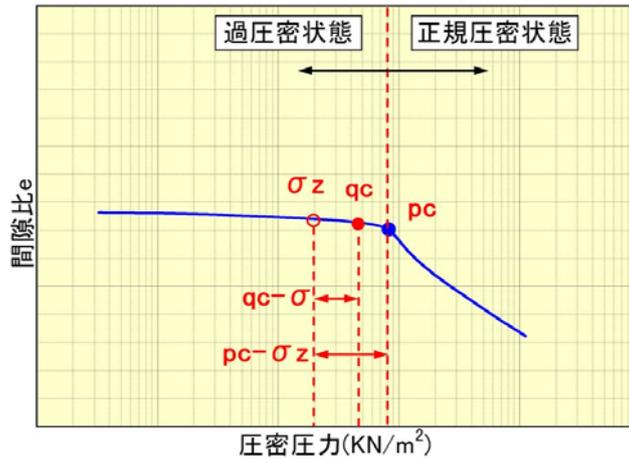
### 1) 検討レベル-1：圧密沈下に対する安全性の検証（一般的な橋梁設計で行う検討）

橋梁の基礎は圧密沈下の影響を受けない位置に支持させるのが原則であり、想定する支持層以深に粘性土層が存在する場合、道路橋示方書IV下部工編に準拠し、圧密沈下の影響を受ける可能性を検討する。

$$(q_c - \sigma_z) \leq \frac{1}{n}(pc - \sigma_z) \quad \dots \dots \dots (\text{解9.4.1})$$

ここに、  
 $q_c$  : 基礎設置後の粘性土層上面に作用する鉛直応力 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\sigma_z$  : 基礎設置前の粘性土層上面に作用する鉛直応力 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $pc$  : 粘性土層の圧密降伏応力 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $n$  : 安全率で1.5とする

$(q_c - \sigma_z)$ は基礎設置に伴う増加応力で $(p_c - \sigma_z)$ は過圧密量を指しており、増加応力に対して過圧密量が1.5倍以上あることを確認するものである。この判定式による正規圧密沈下が生じる可能性の有無が支持層の判断や圧密沈下に対する橋の対策の必要性を判断する1つの目安となる。



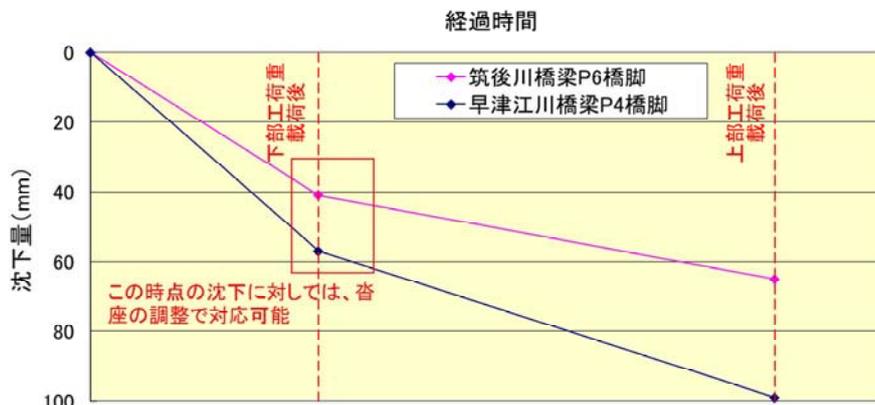
正規圧密沈下に対する安全性の検討概要

検討の結果、筑後川橋梁と早津江川橋梁において、支持層以深の粘性土層は、基礎設置に伴う応力増加に対して十分な耐力（安全率1.5以上）を有しており、正規圧密領域での大きな圧密沈下は生じないと判断した。

## 2) 検討レベルー2：過圧密領域での沈下が生じた場合の影響検討

本橋のような長大橋においては、道示の判定式だけで圧密の影響を判断することは困難であるため、過圧密領域での沈下が生じた場合の沈下量を算出し、上部構造に及ぼす影響を把握するものとした。

過圧密領域での沈下としては、「支持層以深の土層の弾性沈下」及び「粘性土層の過圧密領域での圧密沈下」を対象とし、下部工施工完了段階、上部工施工完了段階の圧密沈下量を算定した。下図に、各橋梁にて最も沈下量大きい橋脚を代表として沈下量算出結果を示す。但し、ここで示す沈下量は、検討途中段階のものであり、最終値とは異なる。



過圧密領域での沈下の模式図

ここで算出した沈下は発生確率が高く、設計においては「支点移動の影響」として「主荷重に相当する特殊荷重」扱いとして考慮するものとした。

### 3) 検討レベル 3：特殊な地盤条件を踏まえた沈下検討

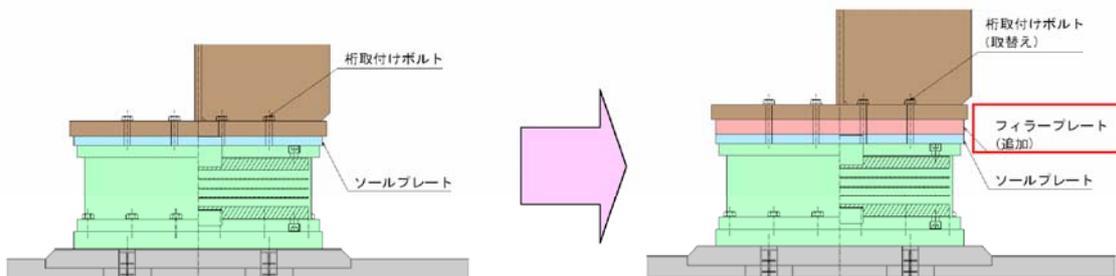
砂層あるいは砂礫層に挟まれた海成粘土は、揚水に伴って地盤中に含まれていた塩分が溶脱（リーチング）して構造が変化する場合がある。また、構造が卓越する粘性土が、何らかの外的要因により年代効果（セメンテーション効果）を失う場合がある。

これらの構造が変化した粘土は、通常の圧密試験結果から求めた圧密沈下量より、大きな沈下を引き起こす恐れがある。

本橋の場合、以下の理由より上記事象が起こりうる可能性は極めて低いと判断した。

- ・ 成粘土は深度の深い層（川副層）に限定され、また土質試験結果や現地の状況を検討した結果塩分溶脱を受けている可能性は低いこと。
- ・ 検討の対象となる粘土層は深いため、橋梁建設や揚水による外乱は考えにくい。したがって、年代効果消失の可能性は低いこと。

但し、万が一、上記事象による沈下が発生した場合でも、橋梁の健全性を確保できるよう、ジャッキアップにより所定の高さまで戻せる構造を採用する。具体的には、ジャッキアップした後、上部構造と支承との間に沈下量に相当する厚さのフィラープレートを設置する。



ジャッキアップによる沈下対策イメージ

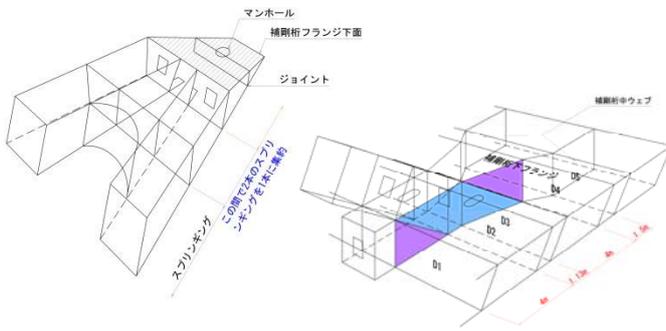
#### 4.5. 板組検討

支点部やアーチリブと補剛桁の結合部などは、3次元的に部材が交わる箇所であり複雑な板組構造を強いられる。また、本橋床版は5 m超の長大な張出し長を有し、その基部は大きな応力が発生することが懸念される。これら部位については、FEM解析を行うことで応力性状を明確化し、適正な板組構造を採用した。

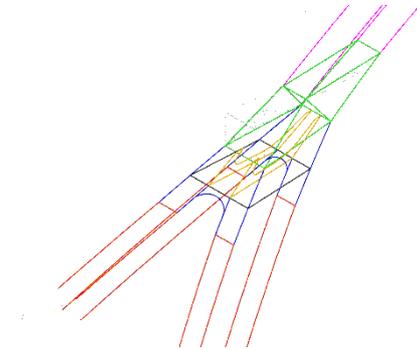
##### (1) 検討概要

板組の検討は、以下の手順により実施した。ここでは、STEP1～4により設定した板組についてFEM解析により検証し、必要に応じ対策を講じた結果について報告する。

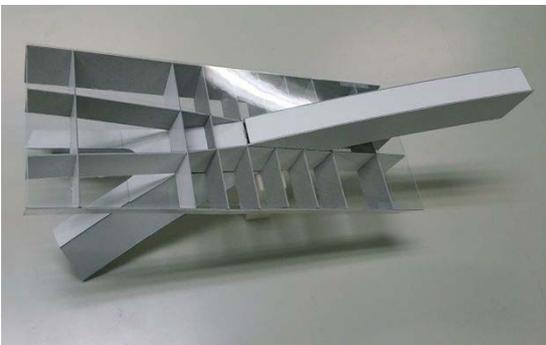
【STEP1】類似橋の事例調査



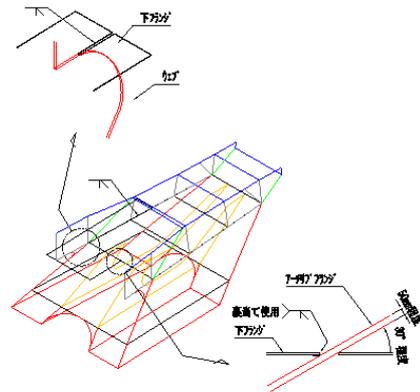
【STEP2】板組素案の作成



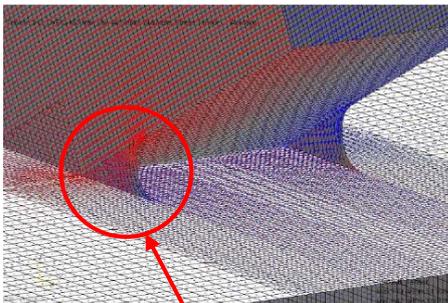
【STEP3】模型による製作性・維持管理性の検証



【STEP4】製作手順の検証

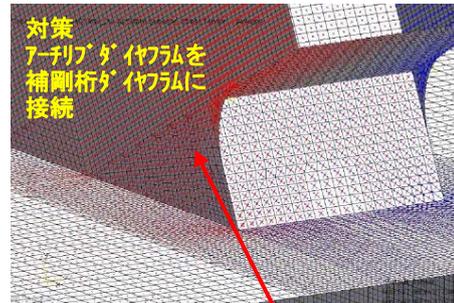


【STEP5】FEM解析



応力集中  
母材降伏

【STEP6】FEM解析（対策案の検証）

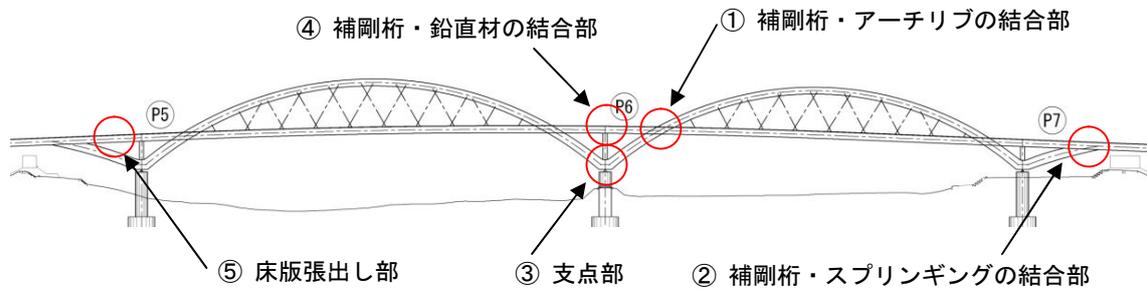


応力集中の緩和  
母材降伏の回避

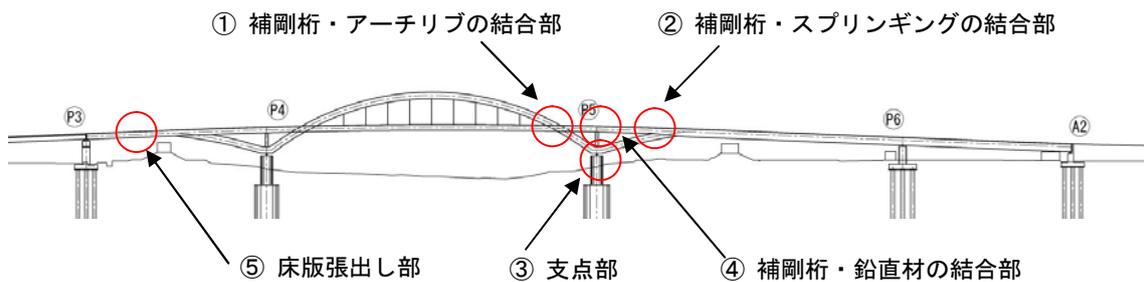
## (2) 対象部位

板組検討の対象部位は、過去事例等の実績が少なく、応力の流れが複雑な箇所とし、筑後川橋梁と早津江川橋梁とも以下に示す5箇所とする。

### 【筑後川橋梁】



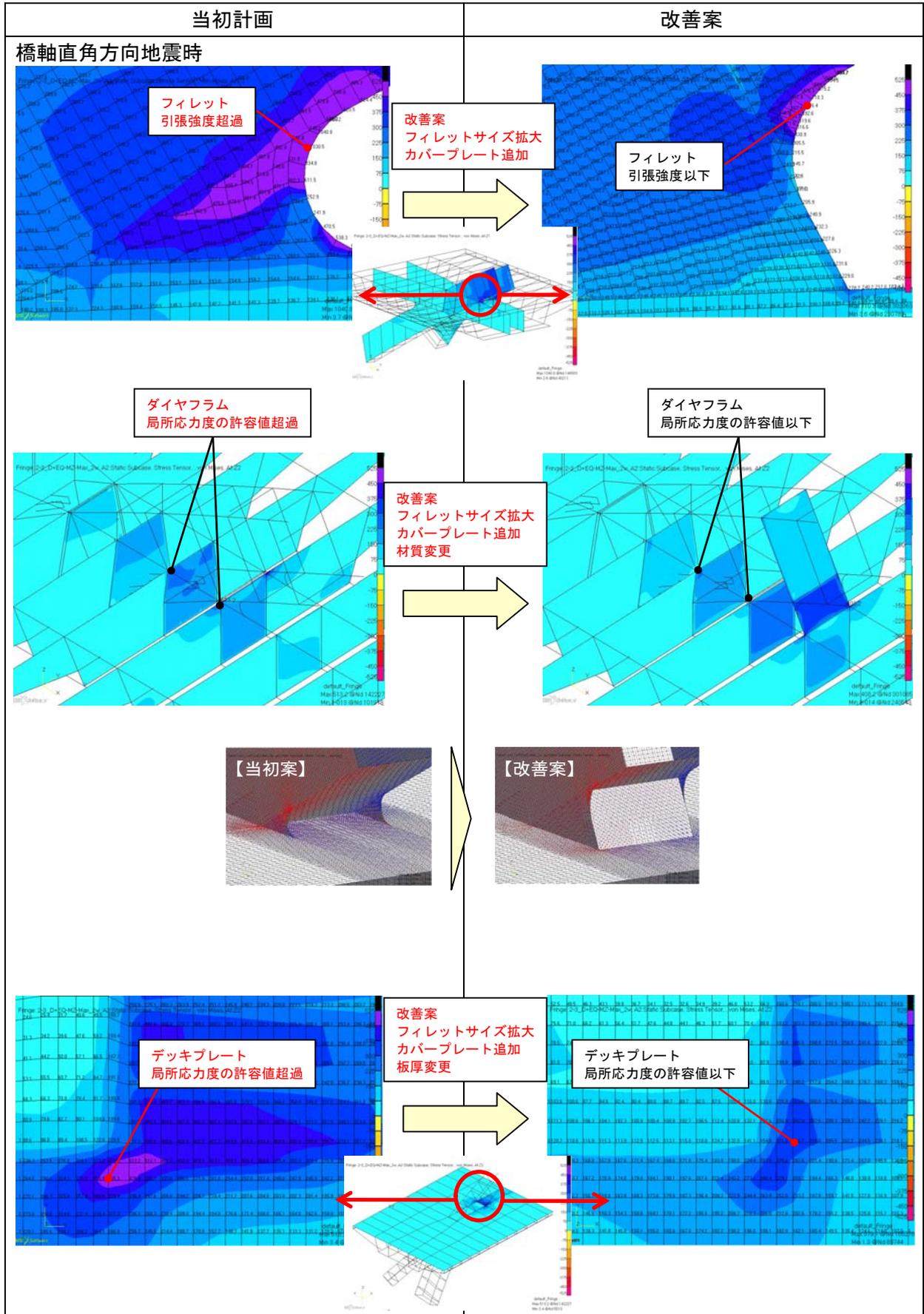
### 【早津江川橋梁】



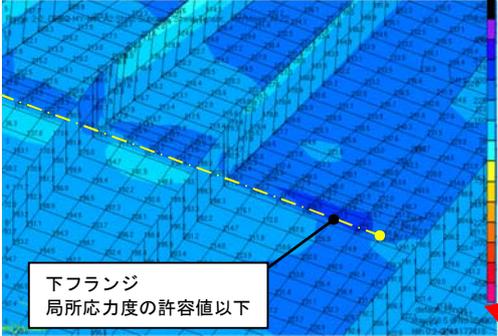
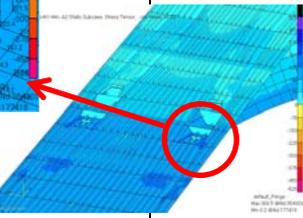
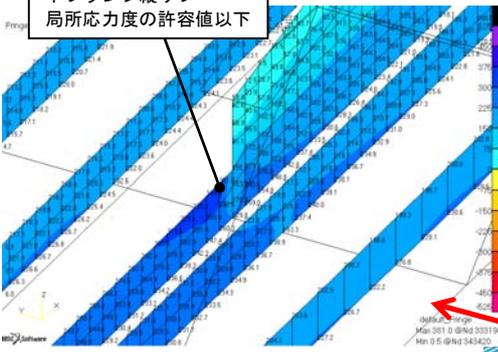
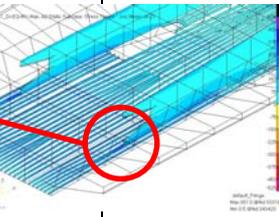
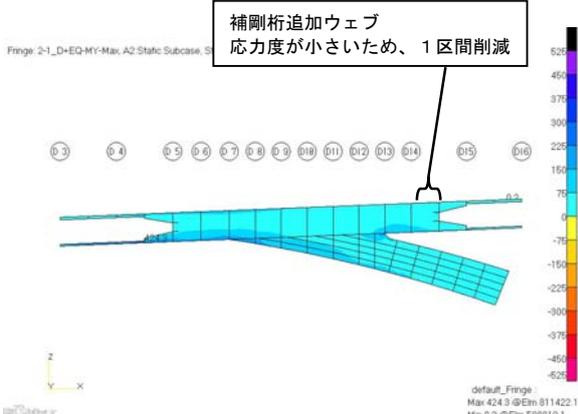
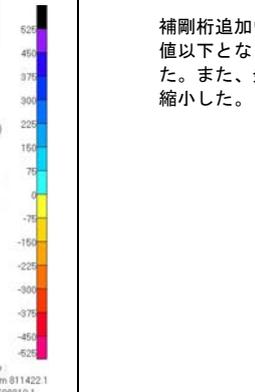
## (3) 板組検討結果

各対象部位の板組検討結果を次頁以降に示す。なお、検討の結果、応力集中が生じるなど課題が確認された部位については、対策を検討しFEM解析により当該対策の効果について確認を実施した。

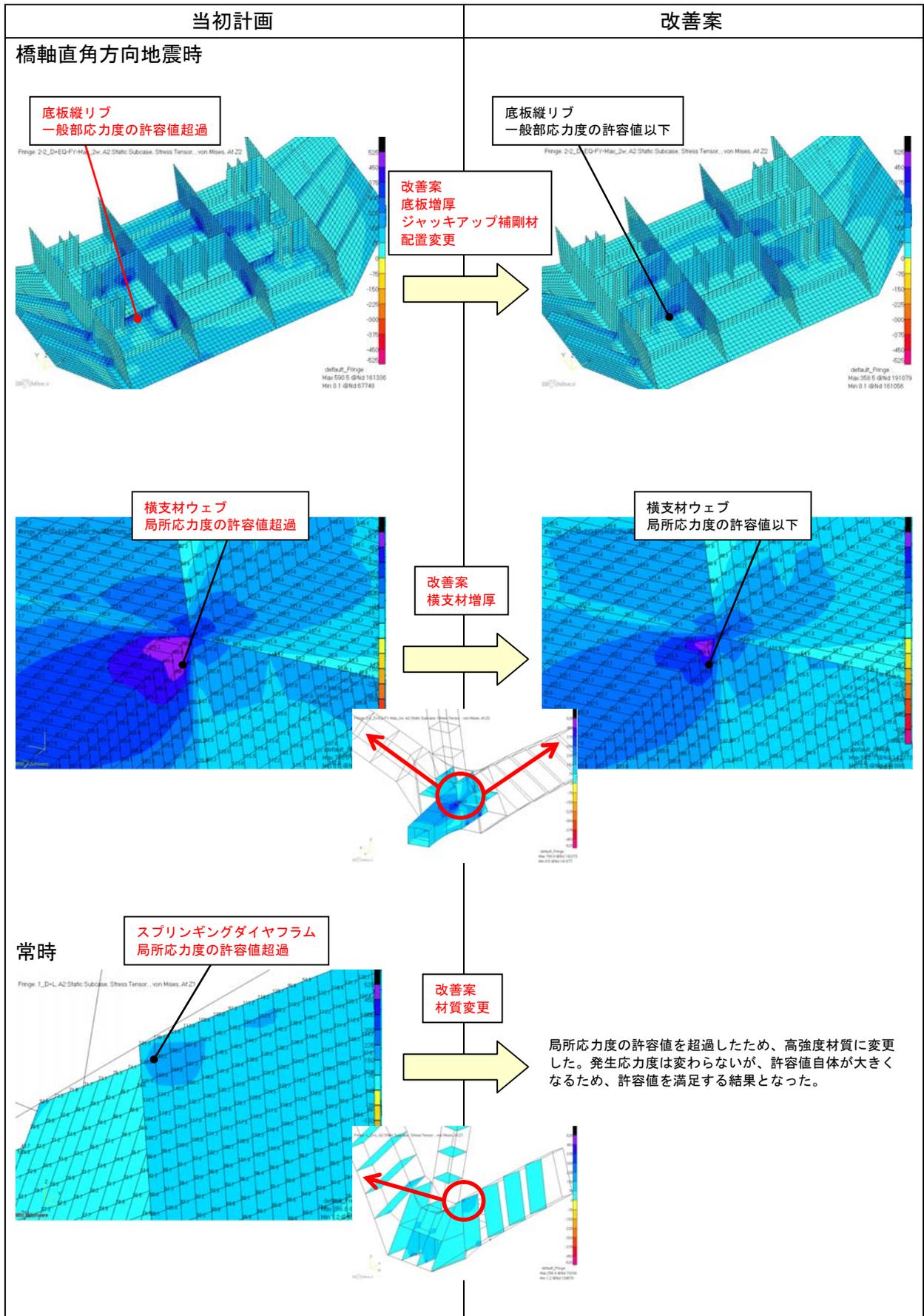
【筑後川橋梁】① 補剛桁とアーチリブの結合部



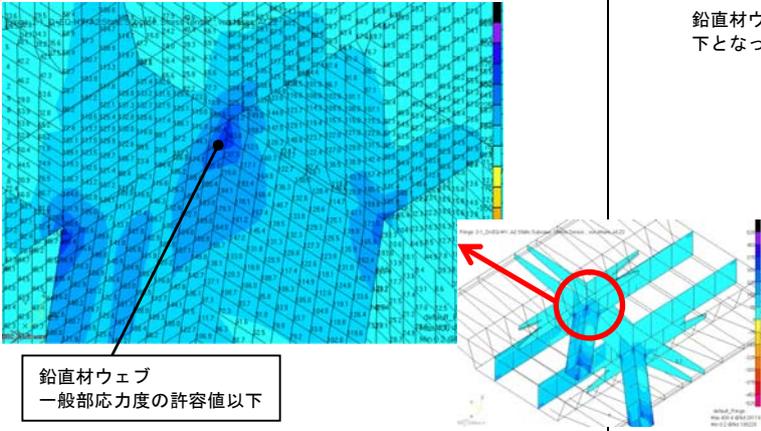
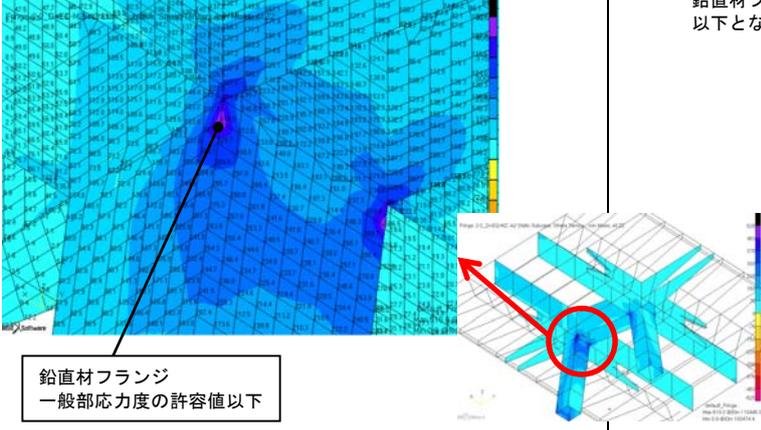
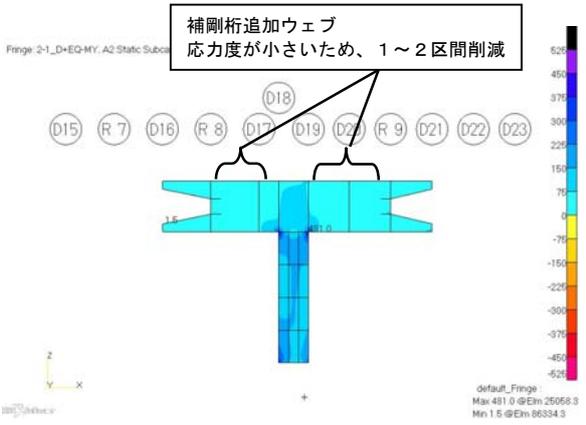
【筑後川橋梁】② 補剛桁とスプリングの結合部

当初計画	改善案
<p>橋軸方向地震時</p>  <p>下フランジ 局所応力度の許容値以下</p>	<p>下フランジの発生応力度が、局所応力度の許容値以下となったため、改善の必要がないことを確認できた。</p> 
<p>下フランジ縦リブ</p>  <p>下フランジ縦リブ 局所応力度の許容値以下</p>	<p>下フランジ縦リブの発生応力度が、局所応力度の許容値以下となったため、改善の必要がないことを確認できた。</p> 
<p>補剛桁追加ウェブ</p>  <p>補剛桁追加ウェブ 応力度が小さいため、1区間削減</p>	<p>補剛桁追加ウェブの発生応力度が、一般部応力度の許容値以下となったため、改善の必要がないことを確認できた。また、発生応力度が小さいため、追加ウェブ範囲を縮小した。</p> 

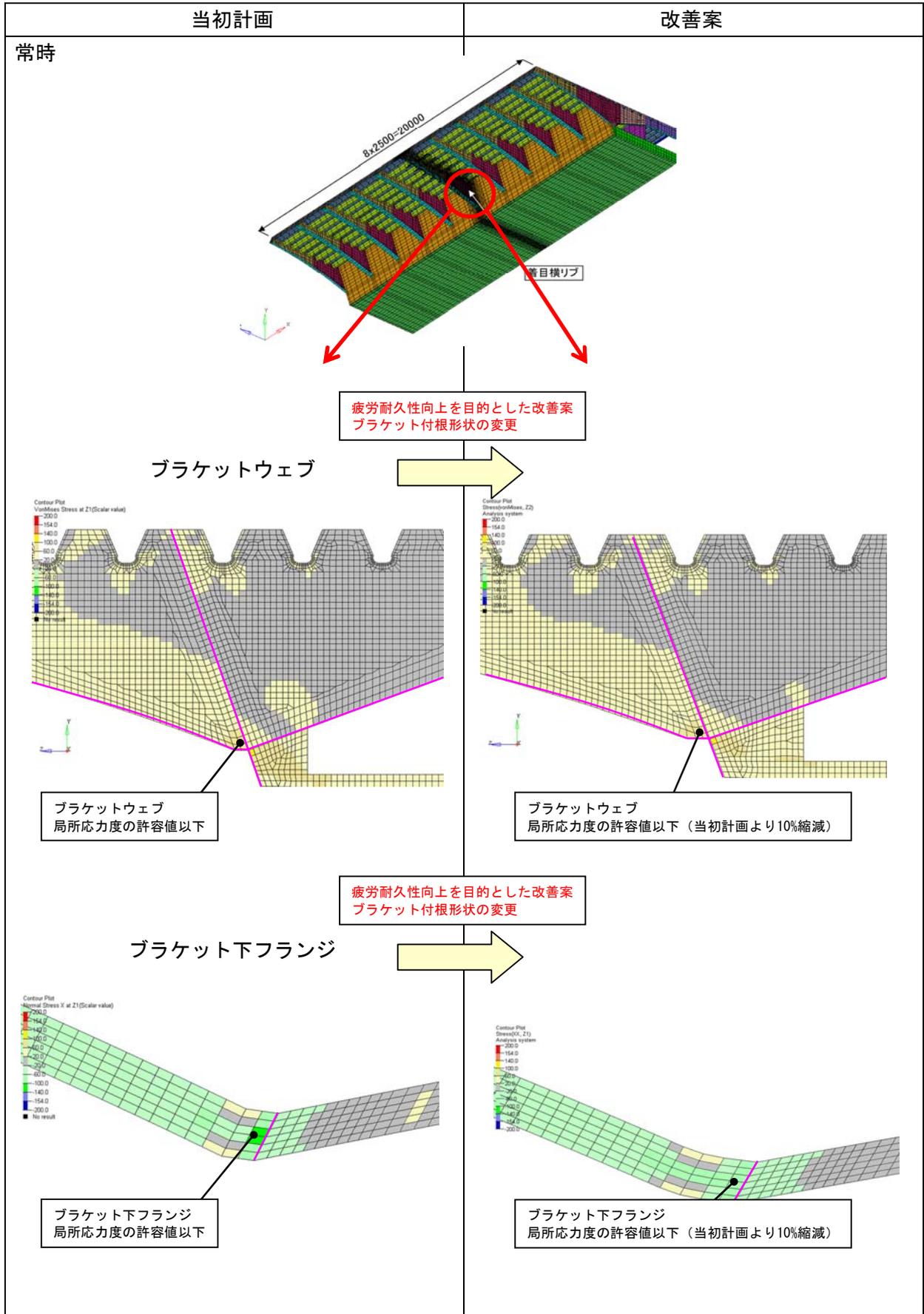
【筑後川橋梁】③ 支点部



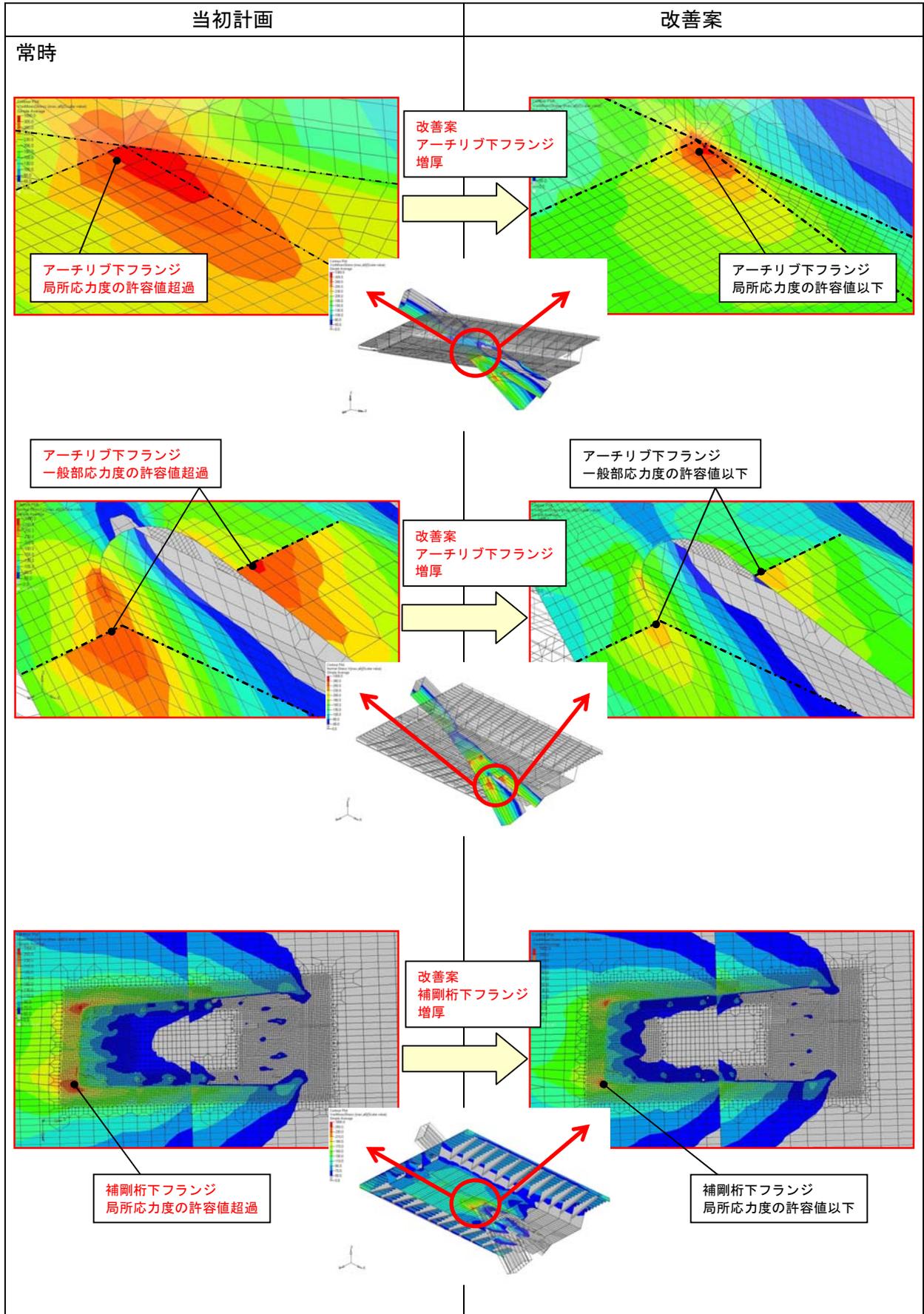
【筑後川橋梁】④ 補剛桁と鉛直材の結合部

当初計画	改善案
<p>橋軸方向地震時</p>  <p>鉛直材ウェブ 一般部応力度の許容値以下</p>	<p>鉛直材ウェブの発生応力度が、一般部応力度の許容値以下となったため、改善の必要がないことを確認できた。</p>
<p>橋軸直角方向地震時</p>  <p>鉛直材フランジ 一般部応力度の許容値以下</p>	<p>鉛直材フランジの発生応力度が、一般部応力度の許容値以下となったため、改善の必要がないことを確認できた。</p>
<p>橋軸方向地震時</p>  <p>補剛桁追加ウェブ 応力度が小さいため、1～2区間削減</p>	<p>補剛桁追加ウェブの発生応力度が、一般部応力度の許容値以下となったため、改善の必要がないことを確認できた。また、発生応力度が小さいため、追加ウェブ範囲を縮小した。</p>

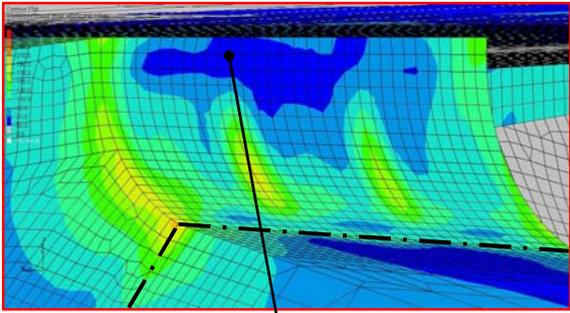
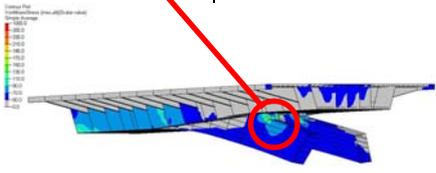
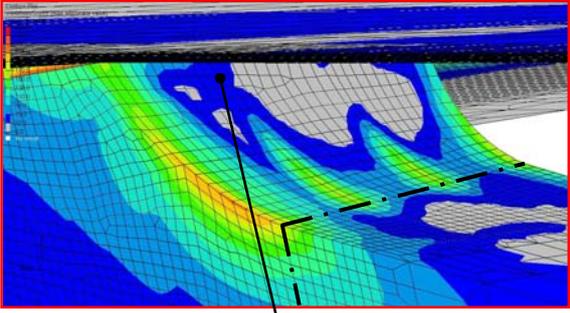
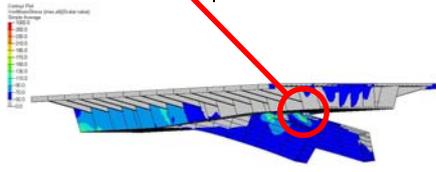
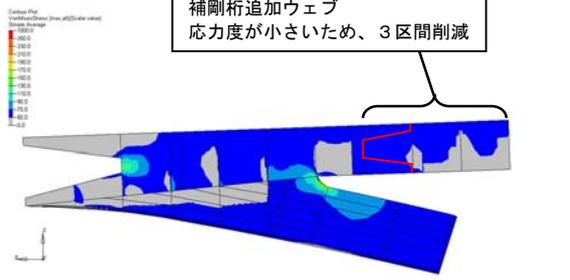
【筑後川橋梁と早津江川橋梁共通】⑤ 床版張出し部



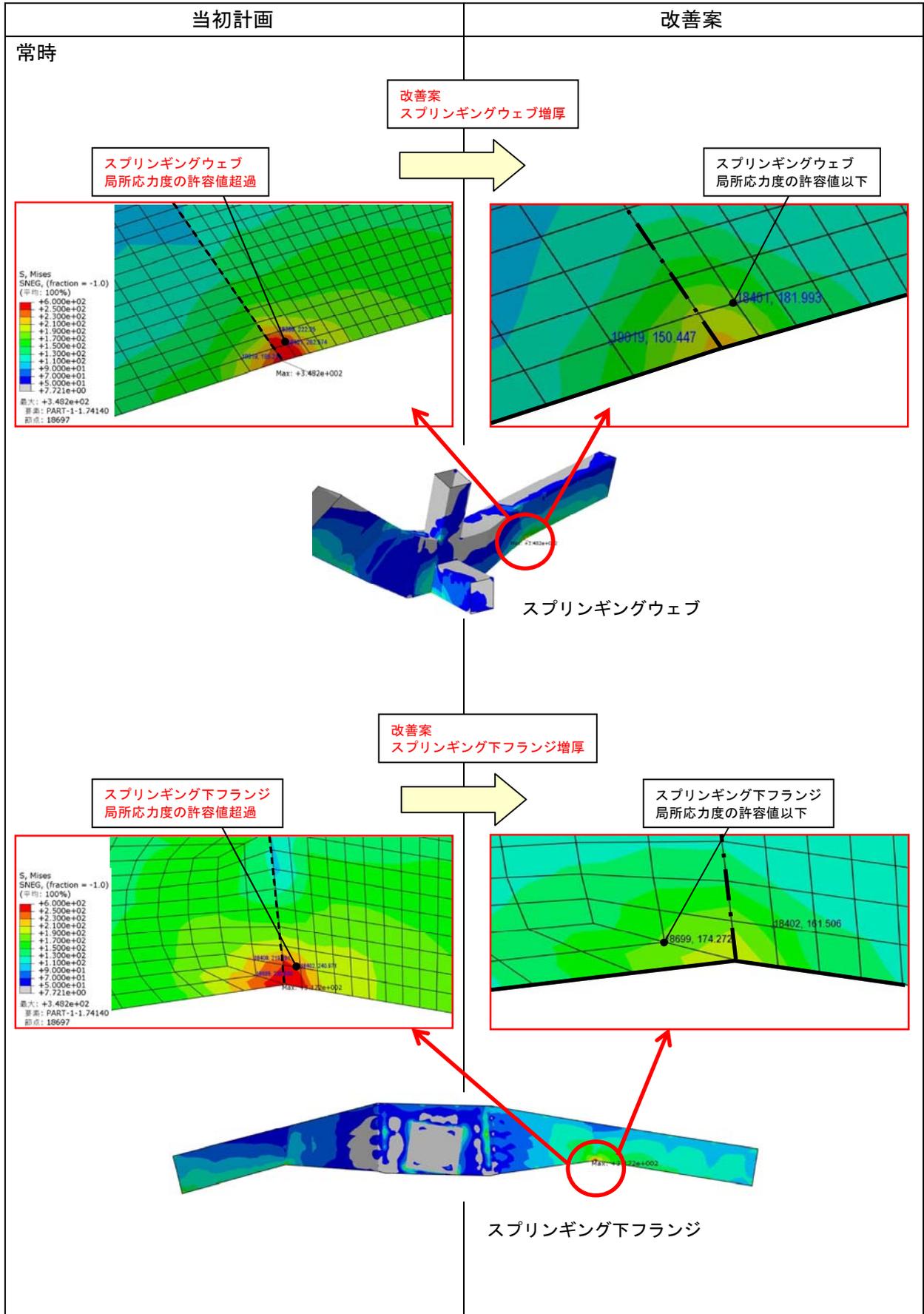
【早津江川橋梁】① 補剛桁とアーチリブの結合部



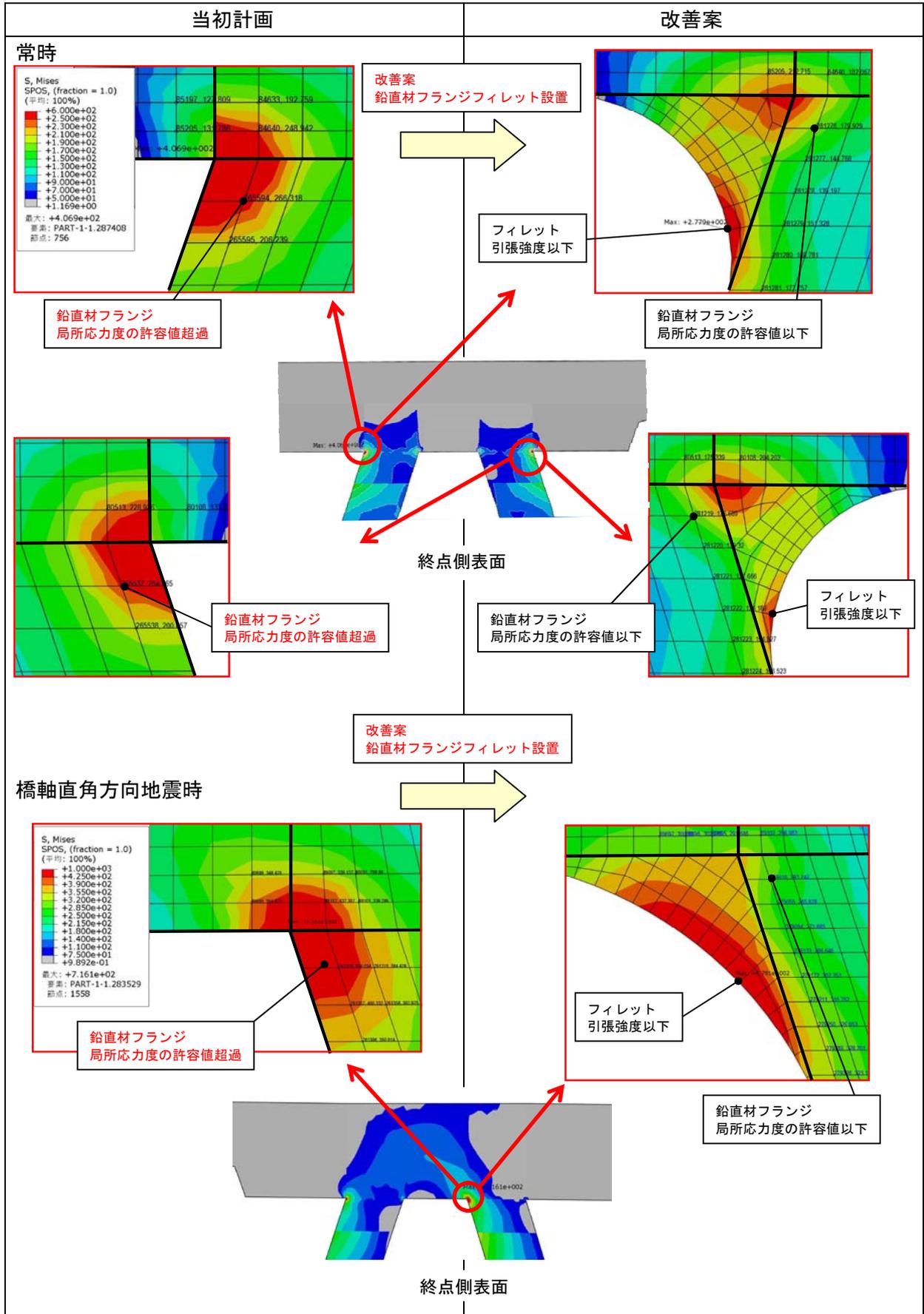
【早津江川橋梁】② 補剛桁とスプリングの結合部

当初計画	改善案
<p>常時</p>  <p>スプリング上フランジ 局所応力度の許容値以下</p> 	<p>スプリング上フランジの発生応力度が、一般部応力度の許容値以下となったため、改善の必要がないことを確認できた。</p>
 <p>スプリング上フランジ 局所応力度の許容値以下</p> 	<p>スプリング上フランジの発生応力度が、一般部応力度の許容値以下となったため、改善の必要がないことを確認できた。</p>
<p>補剛桁追加ウェブ 応力度が小さいため、3区間削減</p> 	<p>補剛桁追加ウェブの発生応力度が、一般部応力度の許容値以下となったため、改善の必要がないことを確認できた。また、発生応力度が小さいため、追加ウェブ範囲を縮小した。</p>

【早津江川橋梁】③ 支点部



【早津江川橋梁】④ 補剛桁と鉛直材の結合部



#### 4.6. 維持管理計画

##### (1) 基本理念

維持管理計画は、以下に示す基本理念に基づき計画する。

- ・ 各部位において、点検・補修補強等が確実にできること。
- ・ 各部位において、点検・補修補強等が合理的に行えるよう必要に応じ点検施設を配置すること。
- ・ 緊急時（地震時等）には、予め想定した部位に対し橋梁点検車やリフト車を用いずとも速やかに点検が行えること。
- ・ 景観に配慮した維持管理計画とすること。

##### (2) 維持管理行為における対象部位

点検・補修補強等の維持管理行為における対象部位を下表に示す。

維持管理行為における対象部位

			日常点検	定期点検	緊急時点検(地震時)	
					一次点検	二次点検
河川部	アーチリブ	外面	●	○	●	○
		内面	—	○	—	○
	補剛桁	外面	●	○	●	○
		内面	—	○	—	○
	フェアリング		●	○	●	○
	吊材		●	○	●	○
	橋面		●	○	○	○
	支承、落防		—	○	○	○
	伸縮装置		●	○	○	○
	橋脚		●	○	○	○
	橋台		●	○	○	○

●:遠望目視点検、○:近接目視点検(緊急時点検は地震の被害が想定される項目のみ)

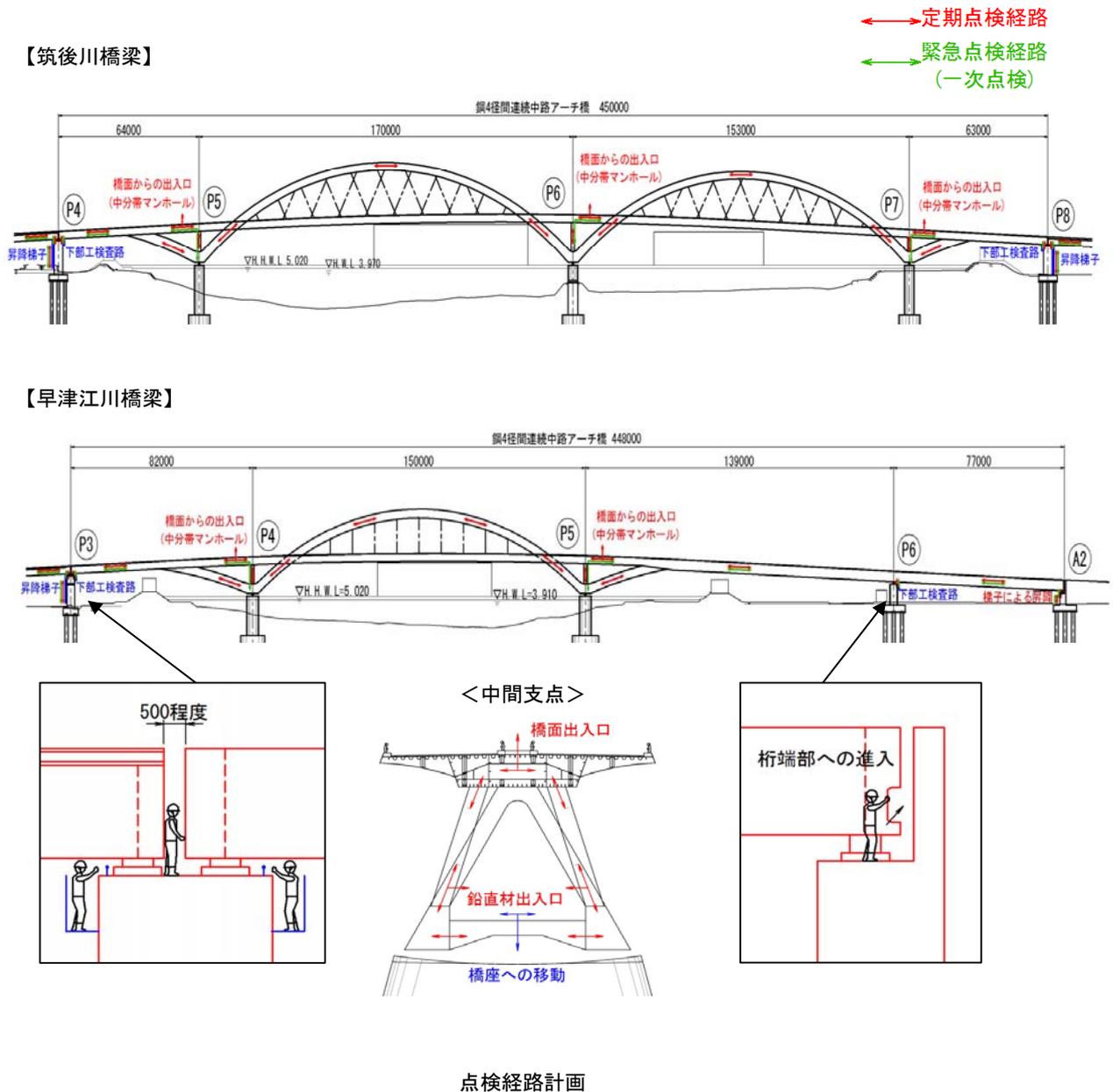
日常点検：損傷の早期発見を図ることを目的とした、比較的短い間隔で行う点検。点検は、パトロール車による路線走行及び桁下から遠望目視とする。

定期点検：構造物の健全性を詳細に把握することを目的とした、5年間隔で行う点検。原則すべての部材に対して近接目視により損傷の有無や程度について調査する。

緊急時点検：地震等の自然災害直後から数日後にかけて実施する点検で、供用性を判断することを目的とする。地震発生直後に一次点検を実施し、異常箇所が確認された場合には、引き続き二次点検（地震発生後7日以内）を実施する。

### (3) 点検経路計画

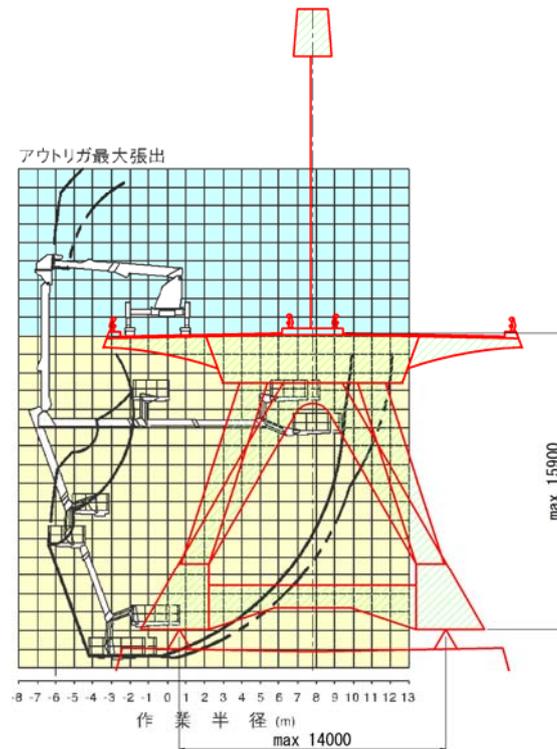
点検経路計画を下図に示す。点検経路は、地表からの昇降を基本とする。地表から橋台及び掛違い橋脚天端に登り、補剛桁内を通り各部位に移動する。また、補剛桁内から橋面（中央分離帯）に出るマンホールも計画する。



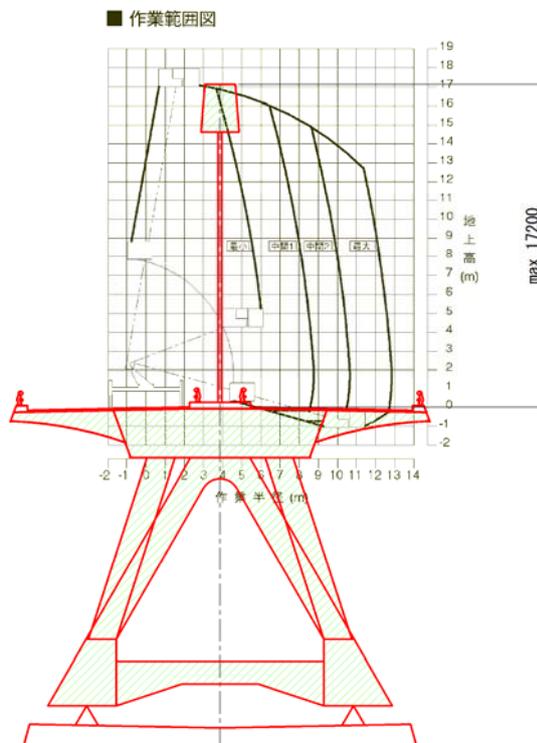
#### (4) 定期点検要領

構造物の健全性を詳細に把握することを目的とし、5年間隔で定期点検を行うものとする。定期点検は、橋梁点検車やリフト車を駆使し、橋体全部材に対して近接目視を行うものとする。

##### 【橋梁点検車による桁下点検】

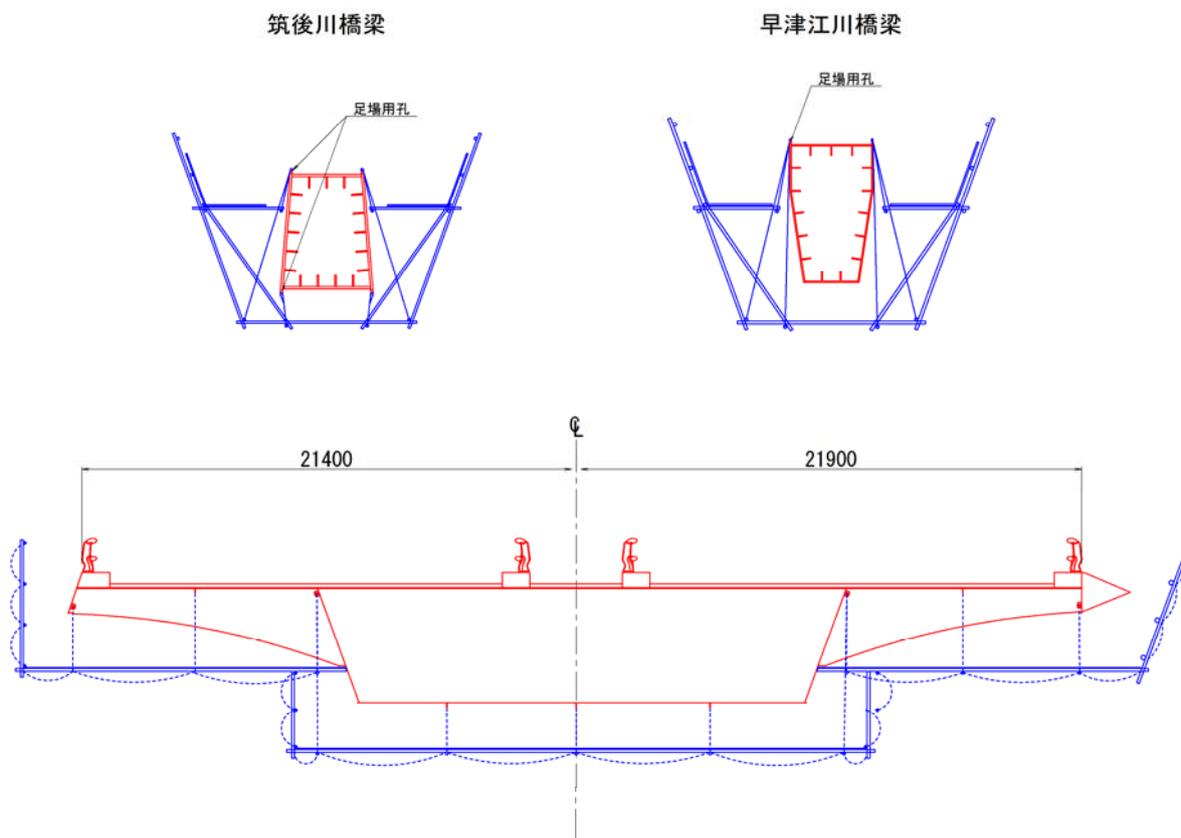


##### 【リフト車によるアーチリブ点検】

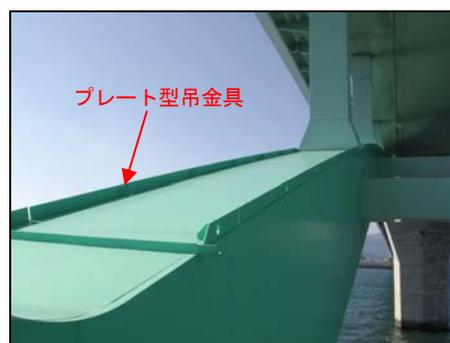


### (5) 塗装塗替え用足場計画

塗装替え用足場及び吊金具配置計画を下図に示す。吊金具は、景観に配慮し目立たない構造を採用する。



塗装塗替え用足場及び吊金具配置計画



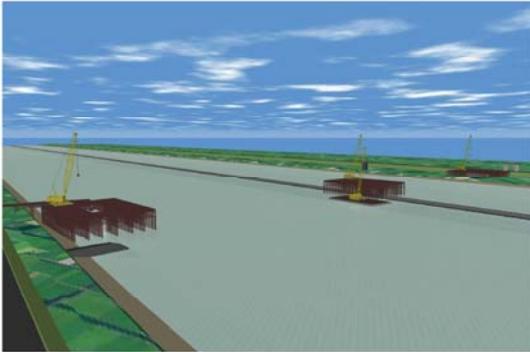
景観に配慮した吊金具事例（新北九州空港連絡橋）

## 5. 施工計画

### 5.1. 筑後川橋梁の施工計画

筑後川橋梁は河川利用者等との協議を経て、河川内に3基の構台を設け、下部工を施工した後、「クレーンベント架設+送出し工法」による上部工架設を計画している。下図に、施工イメージステップ図を示す。

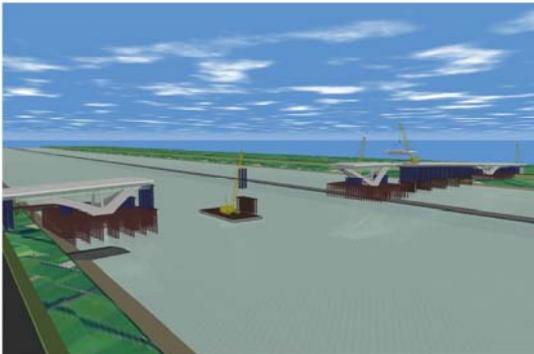
【STEP1】 構台設置～下部工施工



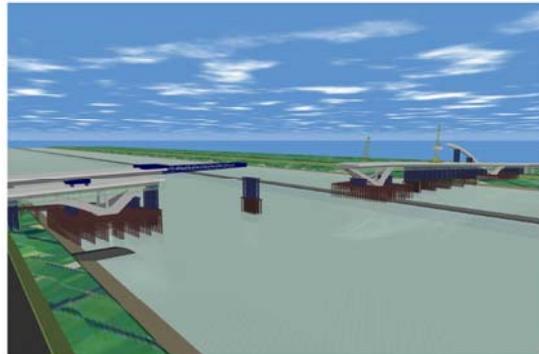
【STEP2】 スプリング架設



【STEP3】 クレーンベント架設



【STEP4】 送出し架設



【STEP5】 ベント撤去



【STEP6】 竣工

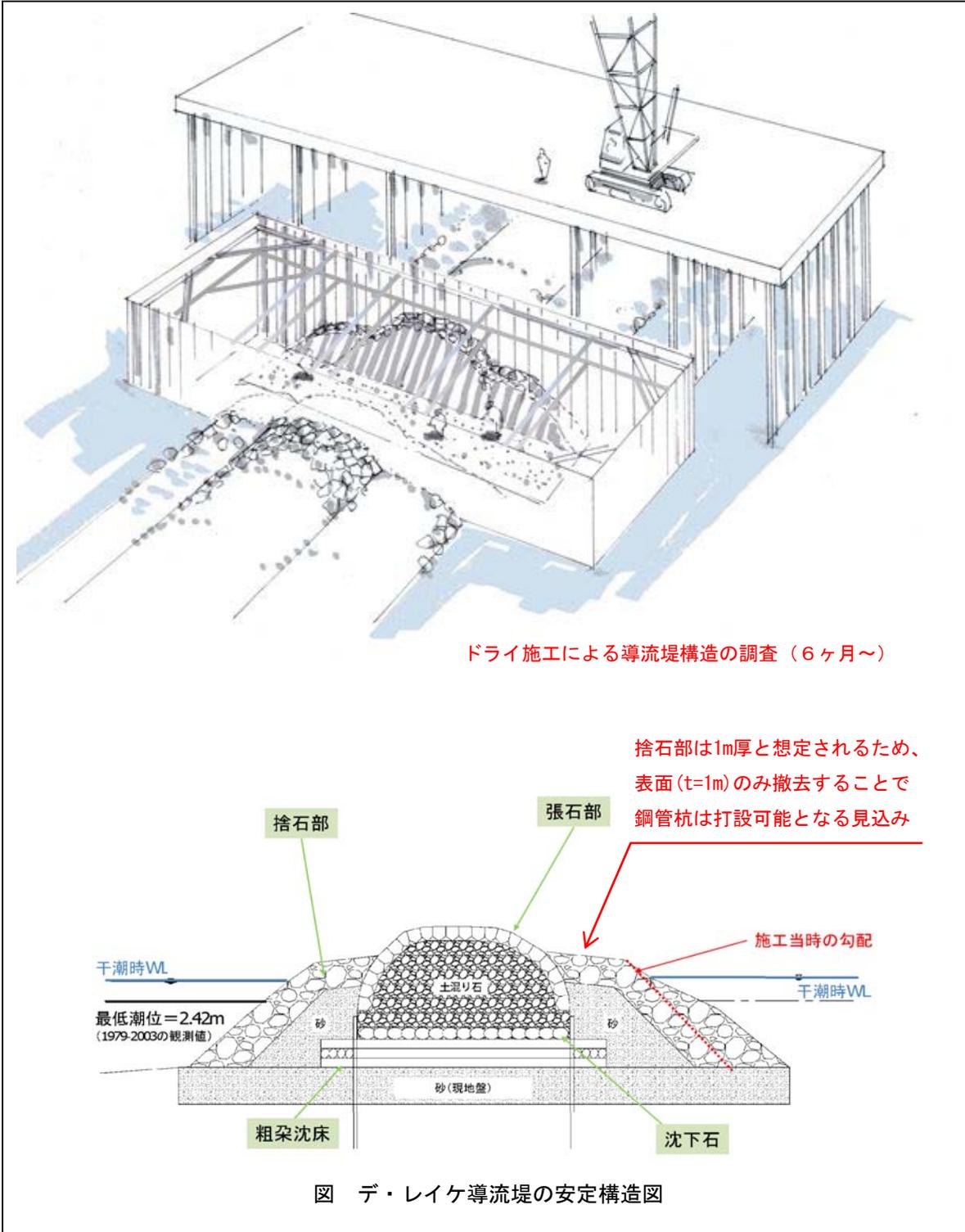


施工イメージステップ図（筑後川橋梁）

### 【筑後川橋梁P6橋脚の施工】

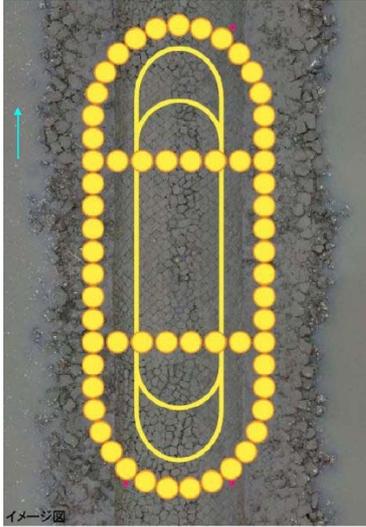
筑後川橋梁P6橋脚は、デ・レイケ導流堤上に設置される橋脚であり、施工に先立ち導流堤調査を行う予定である。また、橋脚施工においても、十分導流堤に配慮する必要がある。以下にP6橋脚部の施工ステップ図を示す。

#### 【STEP1】 導流堤の事前調査



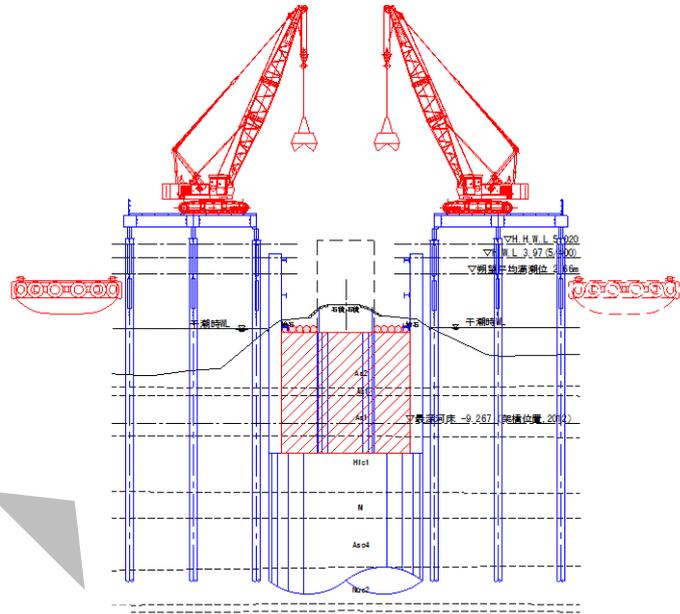
【STEP2】 本体施工

① 本体施工は鋼管矢板による締切後、  
ドライ施工で実施。

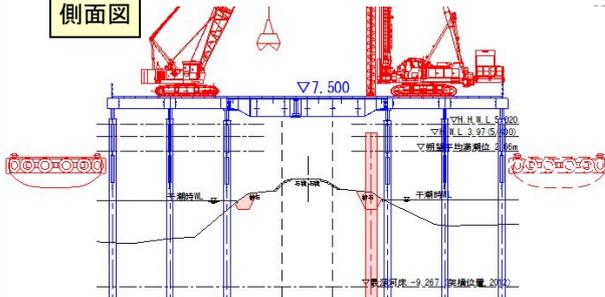


イメージ図

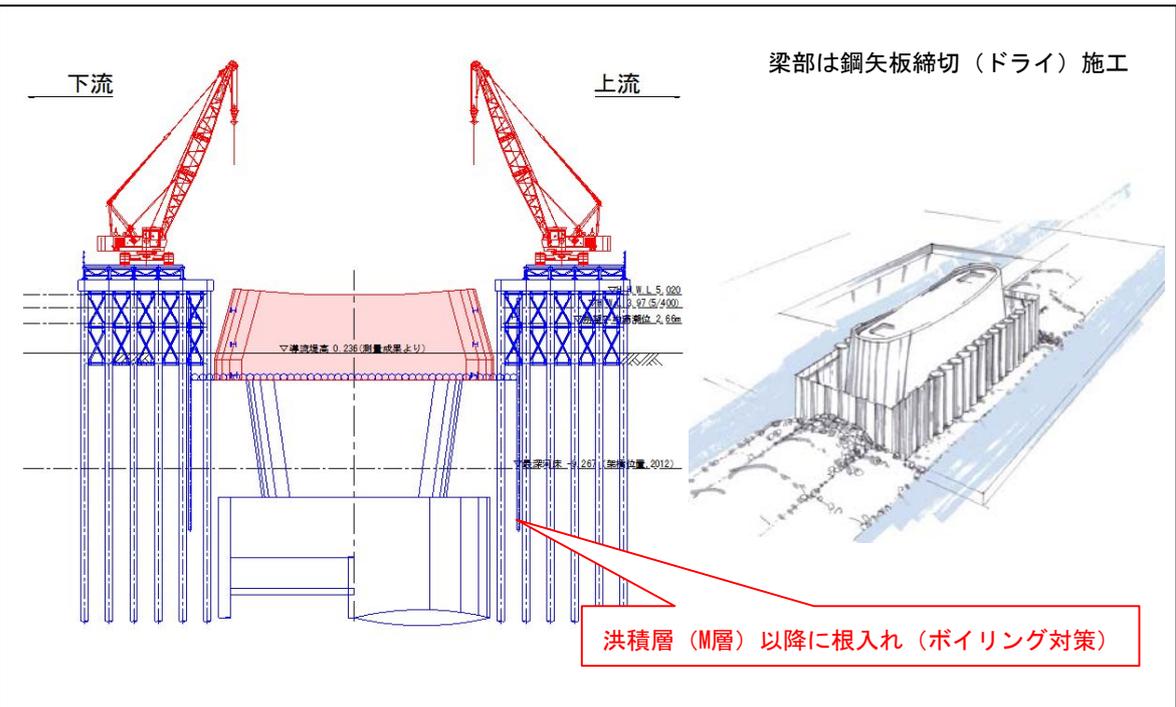
② 砂質土（粒径大）による埋戻し



側面図



【STEP3】 梁部の施工



梁部は鋼矢板締切（ドライ）施工

洪積層（M層）以降に根入れ（ボイリング対策）

## 5.2. 早津江川桥梁の施工計画

早津江川桥梁は河川利用者等との協議を経て、河川内に2基の構台を設け、下部工を施工した後、「クレーンベント架設+送出し工法」による上部工架設を計画している。下図に、施工イメージステップ図を示す。

【STEP1】 構台設置～下部工施工



【STEP2】 クレーンベント架設



【STEP3】 クレーンベント架設



【STEP4】 送出し架設



【STEP5】 ベント撤去



【STEP6】 竣工



施工イメージステップ図（早津江川桥梁）

## 6. 今後の作業

### 6.1. 大判塗り板による色彩の現地確認（今後実施予定）

大面積の構造物の場合、A4版塗り板やフォトモンタージュとでは、色彩の見え方が異なる可能性があるため、現地にて設定した色彩の微調整を行う。

#### 【実施内容】

光の当たり方を考慮し、塗り板を傾けて設置する。

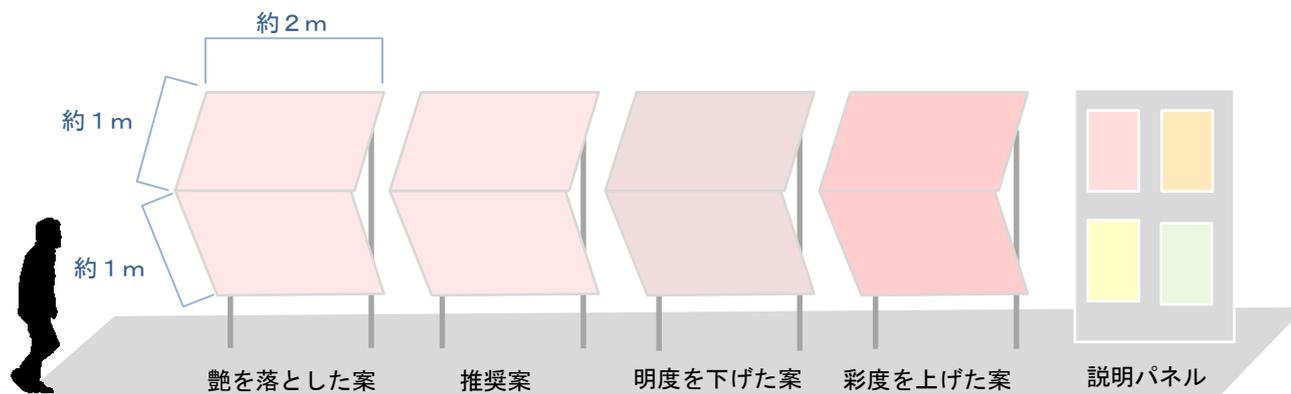
- ①明度：推奨明度が高明度であるため、明度を下げた案と比較する
- ②彩度：推奨彩度が低彩度であるため、彩度を上げた案と比較する
- ③色相：推奨色相を基本とする。（エイジングによる変化を確認し微調整する程度）
- ④ツヤ：ツヤを落とした案を作成し、エイジングによるツヤの変化を確認する。

#### 【実施期間】

天候及び季節変化による見え方やエイジング（経年変化）を確認するために、秋ごろ（H26年度）より1年間以上を予定している。

#### 【設置場所】

昇開橋等の特徴的な人工物や、河畔の地被類等の自然が背景に確認できる場所に設置する。



大判塗り板の設置イメージ

## 6.2. 載荷試験

架橋地では、有明粘土に代表される軟弱土層が互層状に厚く堆積し、深度50m以深の洪積粘性土でも圧密沈下の可能性が示唆されるなど、極めて複雑な地盤土質性状を呈している。

このような特異な条件下で計画される長大橋であるため、杭の支持力特性や地盤の水平抵抗を載荷試験により把握し、杭の設計支持力や地盤の水平抵抗値の妥当性を確認する。

### (1) 試験の目的と概要

原位置の地盤特性を直接測定するため杭の載荷試験を実施し、杭の支持力特性や地盤の水平方向抵抗特性を把握することを目的とする。試験結果については、土質試験に基づいた杭の極限支持力や地盤の水平抵抗特性に関する推定値と比較を行い、道路橋示方書に示される考え方や設定法の適用性を確認する。

#### 【長期押込み試験】

常時状態における支持力機構の安定性を把握するため長期載荷試験を実施する。載荷期間は60日間を目安とし状況により調整する。

載荷試験杭に常時許容支持力相当の荷重 ( $P=3,800\text{kN}$ ) を載荷し、支持力機構（周面摩擦、先端支持力）の長期安定性から許容支持力の安全率 ( $n=3.0$ ) の妥当性を確認する。

#### 【短期押込み試験】

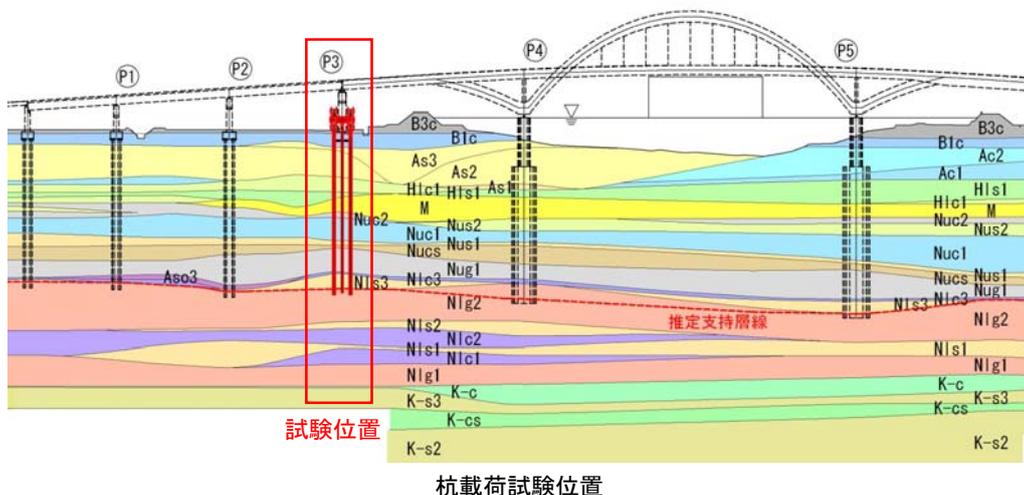
載荷試験杭の極限支持力相当の荷重 ( $P_{\text{max}}=11,000\text{kN}$ ) を載荷し、杭の極限支持力及び支持力機構を把握する。試験で得られた極限支持力は、道路橋示方書の推定式から算出された値と比較を行い、推定値の妥当性を確認する。

#### 【水平載荷試験】

水平載荷試験では、地表面付近の土層の水平方向地盤反力係数を把握する。載荷荷重は試験杭の降伏耐力に相当する荷重 ( $P_H=2,000\text{kN}$ ) までとし、水平方向地盤反力係数の試験値と推定値を比較して設定法の妥当性を確認する。

### (2) 試験実施場所

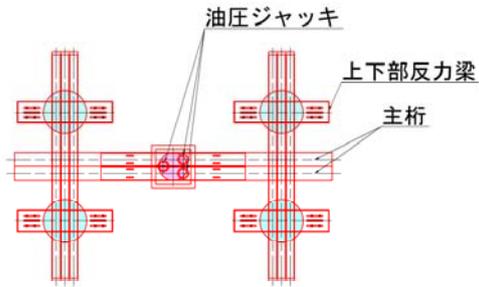
荷重規模が大きい橋脚を設置する河川内の土質性状を把握することが望ましいが、河川内は施工が困難で、河川条件からの制約を受ける。そこで、河川内と地層構成に相似性があり、用地の問題がない早津江川橋梁P3橋脚位置にて試験を行う。



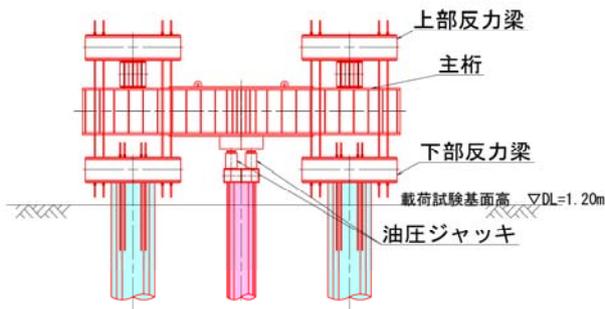
### (3) 試験装置概要

＜鉛直載荷試験装置＞

平面図

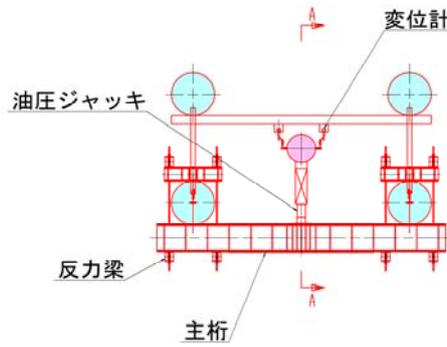


正面図

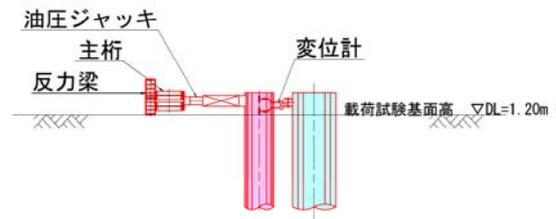


＜水平載荷試験装置＞

平面図



A-A断面図



- : 試験杭 (鋼管杭φ1000)
- : 反力杭 (場所打杭φ1500)

杭載荷試験装置概要



杭載荷試験事例



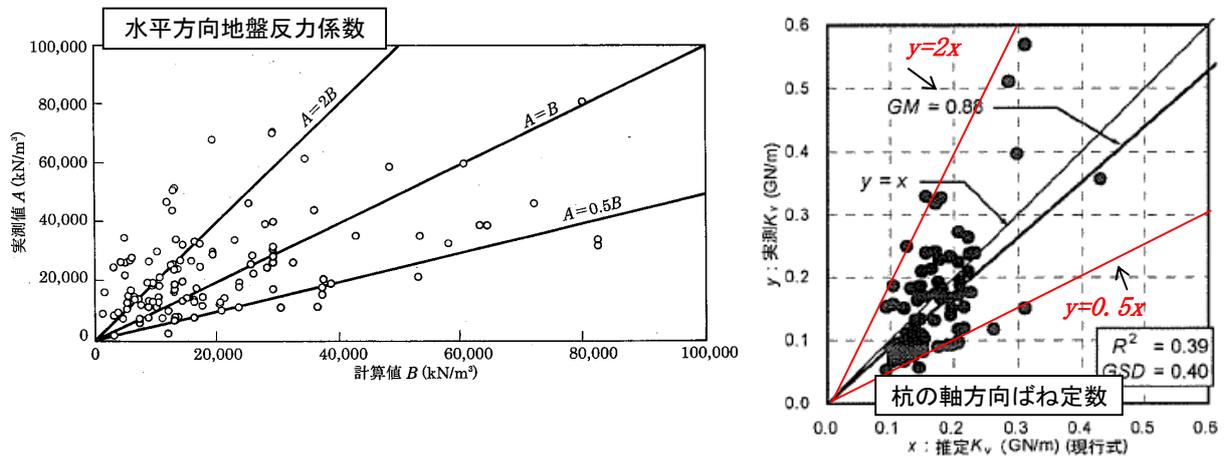
【設計へのフィードバック】

試験結果と推定値の精度がよく、推定値の考え方や設定法の適用性が確認できた場合は、載荷試験の目的が達せられたと判断できる。しかし、推定値との乖離が大きい場合は、その乖離について橋梁の安全上問題となるかどうかの判断が重要となる。

道路橋示方書で示される推定式は、全国の種々の地盤に対して平均的な値を算出するように、また、計算上の実用性からある程度割切りも含めて規定されている。これに加え、地盤は空間的・材料力学的な不確定要素を有するため、推定式による設定値と試験値とでは、ある程度の乖離が生じると考えられることから、慎重に判断した上で設計へのフィードバック方法を検討する。

(参考)

道路橋示方書に示す方法で求めた水平方向地盤反力係数 $kH$ 及び杭の軸方向ばね定数 $kV$ と、載荷試験から逆算したものとの比較結果が下図である。 $kH$ 及び $kV$ の実測値は計算値の $\pm 50\%$ の範囲に分布している。



GM : 幾何平均 (偏り)

地盤定数の推定精度の事例

## 7. オープンハウス（参考）

橋梁設計検討委員会では、筑後川・早津江川橋梁において橋梁形式推奨案を絞り込む過程をとりまとめ、「推奨橋種の選定」として平成24年6月に公表している。

国土交通省九州地方整備局福岡国道事務所は、沿線地域の方々に「推奨橋種の選定」にて公表した検討内容を分かりやすく紹介するため、模型やパネルを用いたオープンハウスを実施している。

オープンハウスは過去に2回実施しており、その概要を以下に示す。

### (1) 1回目 推奨橋種3案に関するオープンハウス

日時：平成24年2月6日（月）～平成24年2月10日（金）9：00～17：00

場所：大川市役所（2月6日～8日の3日間）

佐賀市役所諸富支所（2月8日～10日の3日間）

内容：①事業概要のパネル展示

②比較検討橋種（筑後川・早津江川橋梁各3案）の模型展示

③比較検討橋種（筑後川・早津江川橋梁各3案）のイメージビデオ放映

④事業者による説明・意見収集・質疑応答



展示状況（大川市役所）

### (2) 2回目 推奨橋種の決定に関するオープンハウス

日時：平成24年6月23日（土）～平成24年7月1日（日）9：00～17：00

場所：ゆめタウン

内容：①事業概要のパネル展示

②推奨橋種（鋼アーチ橋）の模型展示

③推奨橋種（鋼アーチ橋）のイメージビデオ放映

④事業者による説明・意見収集・質疑応答



展示状況（ゆめタウン）