

有明海沿岸道路 筑後川・早津江川橋梁

第4回 設計検討委員会



平成24年3月8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 オープンハウス結果報告 3

3 総合評価 5

4 今後の設計作業に向けて 17

5 今後のスケジュール 24

1. 1 経緯

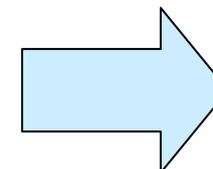
第3回設計検討委員会（2月3日）では、橋種選定における評価項目及び内容に関する議論がなされ、評価内容が概ね決定した。一方、2月6日からの一週間、筑後川・早津江川橋梁の設計検討に関するオープンハウスを開催し、地元住民などからの貴重な意見を頂いた。

今回の第4回設計検討委員会では、オープンハウスでの意見の紹介、総合評価等について審議して頂き、推奨橋種を選定することを目的とする。

1. 2 スケジュールの確認

項目	関係事項	平成23年度				
		第1	7~9月	10~12月	1~3月	
基本設計に関する打合せ			コンセプト整理			
設計検討委員会			準備	第1回委員会 (9/29)	第2回委員会 (12/1)	
分科会				第1回景観分科会 (10/31) 第1回地盤・構造分科会 (11/17)	第2回景観分科会 (12/28) 第2回地盤・構造分科会 (12/28)	
橋梁計画	橋梁予備設計		検討対象橋種の確認	比較検討案の選定	比較検討案の評価	推奨橋種の選定
	橋梁詳細設計					
	その他			河川内ポーリング		

推奨橋種の細部検討等は継続審議



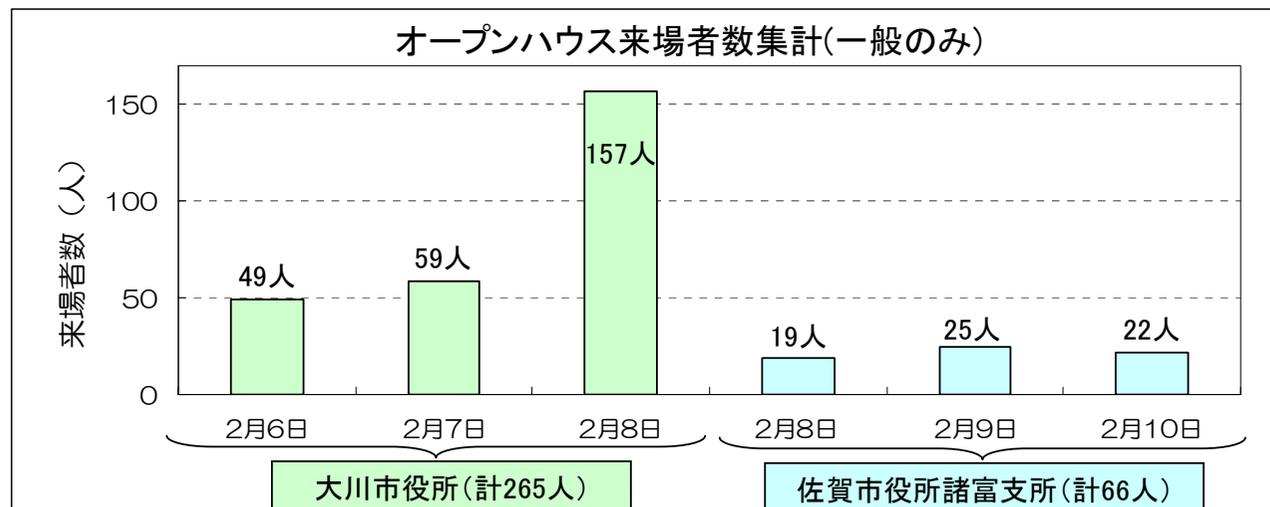
2. 1 概要

筑後川・早津江川橋梁の設計検討に関するオープンハウスを開催した。

◆日時：2月6日（月）～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）

<大川市役所>

<佐賀市役所 諸富支所>



来場者数：
一般：331人
行政：121人
合計：452人

2. 2 来場者の意見

来場者から頂いた意見は、大川市役所で77件、佐賀市役所諸富支所で33件であった。主な意見は以下のとおりである。

- ◆「いっごろできるのか」、「早く作って欲しい」という意見が多く、本道路の開通への期待度が高いことが伺えた。
- ◆橋種に関する意見は全意見の3割程度であり、その中でもアーチ橋や斜張橋といった意見の他、シンボリックな橋またはシンプルな橋という意見があった。
- ◆デ・レーケ導流堤への橋脚設置に関して、反対という意見はごく一部で、導流堤への橋脚設置はやむを得ないという意見の方が多かった。

	大川市役所(2月6日~8日):来場者338名(意見:77件)	数	佐賀市諸富支所(2月8日~10日):来場者114名(意見:33件)	数
橋種に関するもの	アーチ橋が良いと思う。	11	斜張橋が良いと思う。	4
	斜張橋が良いと思う。	8	特徴的な橋を造ってほしい	2
	桁橋がシンプルで良いと思う。	3	大きな斜張橋は良くない(2本主塔)と思う。	2
	シンボリックな橋が良いと思う。	2	調和を考えるとシンプルな橋が良いと思う。	1
	東京ゲートブリッジのような橋が良いと思う。	1		
	斜張橋は周りにたくさんあるので他の形式がよいと思う。	1		
歴史遺産(デ・レーケ導流堤、三重津海軍所跡)に関するもの	大規模な橋梁とならないように、導流堤に橋脚を設置するのはやむを得ないと思う。	23	導流堤の一部を壊すことはやむを得ないと思う。	1
	導流堤に建てるのは好ましくないと思う。	2	三重津海軍所跡の真上を通るのはよくないと思う。	1
	導流堤に建てるのは反対です。一部でも壊したら導流堤の価値がなくなると思う。河川内に橋脚を設置しない大規模な橋梁でも風景にとけ込む色にしたら目立たなくなるからそっちで良いと思う。	1	三重津海軍所の対応をどうしているのか教えてほしい。	1
整備時期に関するもの	早く造ってほしい。	21	いつ頃完成するのか教えてほしい。	10
			早く造ってほしい。	6
その他	模型を使って検討状況を紹介するのはよい事だと思う。	1	どの付近を通るのか教えてほしい。	3
	橋を造っても通過するだけで大川市のためにならないと思う。地域活性化のためにも道の駅をつくってほしい。	1	大川佐賀道路の空港東ICは空港から離れている為、地元から見ると違和感を感じると思う。	1
	検討することは良い事と思う。	1	漁協にはきちんと説明してほしい。	1
	自動車からのポイ捨て対策を行ってほしい。	1		

注)上記意見には、来場者の複数意見も集計している。

3. 1 総合評価項目

総合評価項目は、両分科会審議による評価項目に、留意事項の中で重要な項目、別途新たに検討した項目を加えた15項目とする。

推奨橋種選定における評価項目						
評価項目			抽出結果			
両分科会審議による評価項目	経済性	1	コスト (770-子部含む)	ライフサイクルコスト	建設費、維持管理費を分けて評価項目とする	
				鋼重 (渡河部橋梁)	コストの妥当性を確認するための参考値	
	デザインの適合性	2	周辺景観との調和（横への広がり）			評価項目とする
			3	歴史遺産に対する配慮	圧迫感の軽減	評価項目とする
					橋梁群との調和 (筑後川橋梁のみ)	評価項目とする
	4	2橋の一体感			評価項目とする	
	構造性	5	耐風安定性	発散振動	評価項目とする	
施工性	6	運搬ルートと運搬回数 (周辺住環境への影響)			評価項目とする	
		7 河川利用者への影響（施工期間）			評価項目とする	
留意事項の評価項目	暫定整備の対応	8	初期コスト 【総コスト】	1主構 (中央暫定)	暫定整備は、初期コストは抑えられるものの、完成系までのトータルコストが4車一括整備より増大する。また、景観性では上部工の煩雑感や橋脚の圧迫感による歴史遺産への影響が懸念される。よって、4車一括整備を基本と考えることとし、評価項目としない。	
				2主構 (4車一体構造)		
				4主構 (上部工分離構造)		
		9	景観性	1主構 (中央暫定)		
	2主構 (4車一体構造)					
	4主構 (上部工分離構造)					
	10	暫定形の耐風安定性	発散振動			
	橋種・の架設施工法	11	構造性における橋種の 適応性・合理性	桁高による 橋長への影響		コストに反映されるため評価項目としない
				地震時慣性力の影響		評価項目とする
		12	架設工法			評価項目とする



評価項目の整理結果				
経済性	①	コスト (770-子部含む)	建設費	
	②		維持管理費	
	③		ライフサイクルコスト（100年）	
	④		鋼重 (渡河部橋梁)	
デザインの適合性	⑤	周辺景観との調和（横への広がり）		
	⑥	歴史遺産に対する配慮	圧迫感の軽減	
			橋梁群との調和 (筑後川橋梁のみ)	
⑦	2橋の一体感			
構造性	⑧	耐風安定性	発散振動	
	⑨	基礎の圧密沈下リスク		新たに追加した項目
	⑩	点検の難易度		新たに追加した項目
	⑪	吊材・ケーブルの損傷リスク		新たに追加した項目
	⑫	地震時慣性力の影響		
施工性	⑬	架設工法		
	⑭	運搬ルートと運搬ブロック数 (周辺住環境への影響)		
	⑮	河川利用者への影響 (施工期間)		

3. 2 追加検討項目

(1) 基礎の圧密沈下リスク

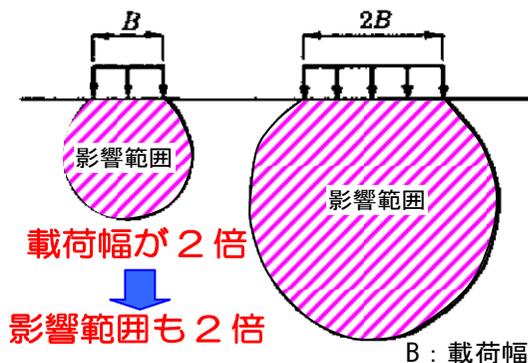
載荷荷重による応力の影響範囲は載荷幅（面積）に比例し、沈下量も載荷幅（面積）に比例する。

◇橋種ごとの鉛直力と沈下量

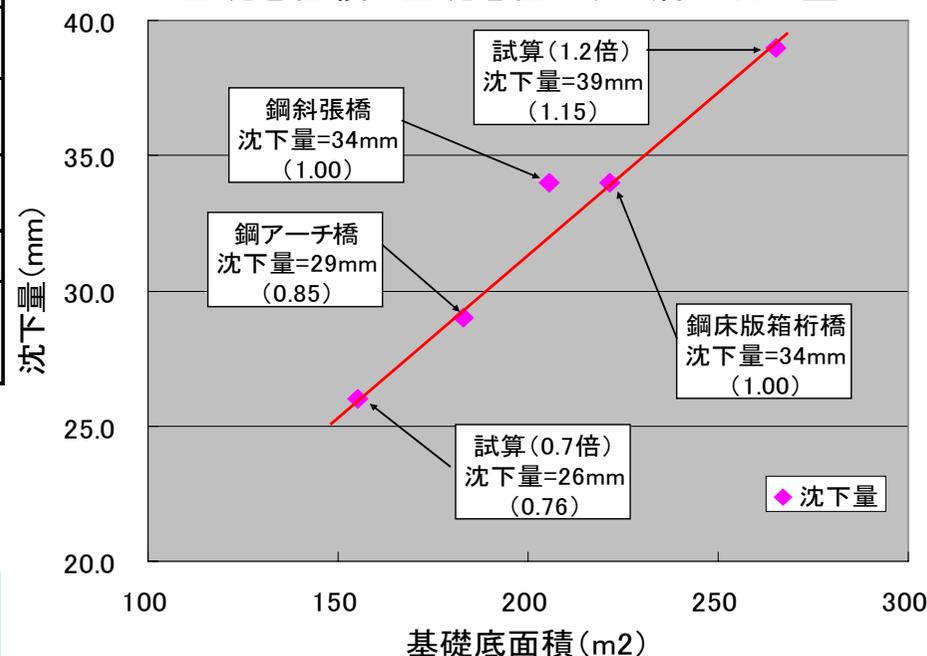
項目	鋼床版箱桁橋	鋼アーチ橋	鋼斜張橋
上部工死荷重	31,000 kN	34,000 kN	30,000 kN
橋脚柱自重	42,300 kN	24,800 kN	41,800 kN
その他荷重 (頂版、上載土砂など)	33,500 kN	29,000 kN	30,600 kN
基礎設計鉛直力 (常時)	106,800 kN (1.00)	87,800 kN (0.82)	102,400 kN (0.96)
基礎底面積	221.5 m ² (1.00)	183.0 m ² (0.83)	205.7 m ² (0.93)
基礎底面の荷重強度	482.2 kN/m ²	479.8 kN/m ²	497.8 kN/m ²
沈下量	34 mm (1.00)	29 mm (0.85)	34 mm (1.00)

荷重分散による基礎底面より下層の圧密沈下量は、鋼アーチ橋で約15% (5mm) 小さくなる。

鋼アーチ橋は他橋種と比べ橋脚が小規模で鉛直力が約2割小さいため、基礎がコンパクトにでき圧密沈下量が小さい傾向となる。



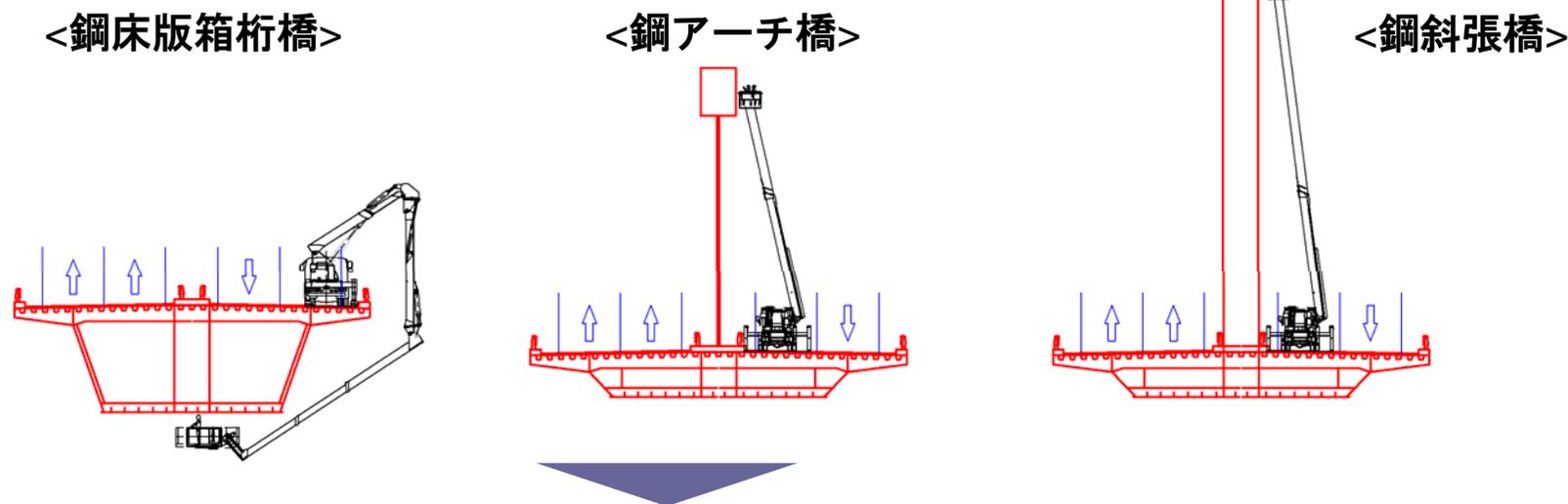
基礎底面積と基礎底面より下層の沈下量



※基礎底面積を、0.7倍、1.2倍とした場合の沈下量を試算。荷重強度が同じ場合、面積と沈下量は比例する。

(2) 点検の難易度

点検方法と点検時の規制について評価を行った。
桁下点検は各案共通で橋梁点検車にて行う。
橋上構造物のある鋼アーチ橋及び鋼斜張橋は高所作業車にて点検を行うが、鋼斜張橋の主塔上部は足場による点検となり、足場の設置・撤去時に規制が生じる。



橋上構造物のない鋼床版箱桁橋は、規制も少なく作業性が良い。
鋼アーチ橋・鋼斜張橋とも高所作業車による点検が必要であるが、斜張橋は加えて足場による点検を必要とする。

(3) 吊材・ケーブルの損傷リスク

斜張橋のケーブル張力は、アーチ橋の吊材張力に比べ4～5倍程度大きい。
斜張橋のケーブル本数は、アーチ橋の吊材本数に比べ1.5倍～2倍程度多い。

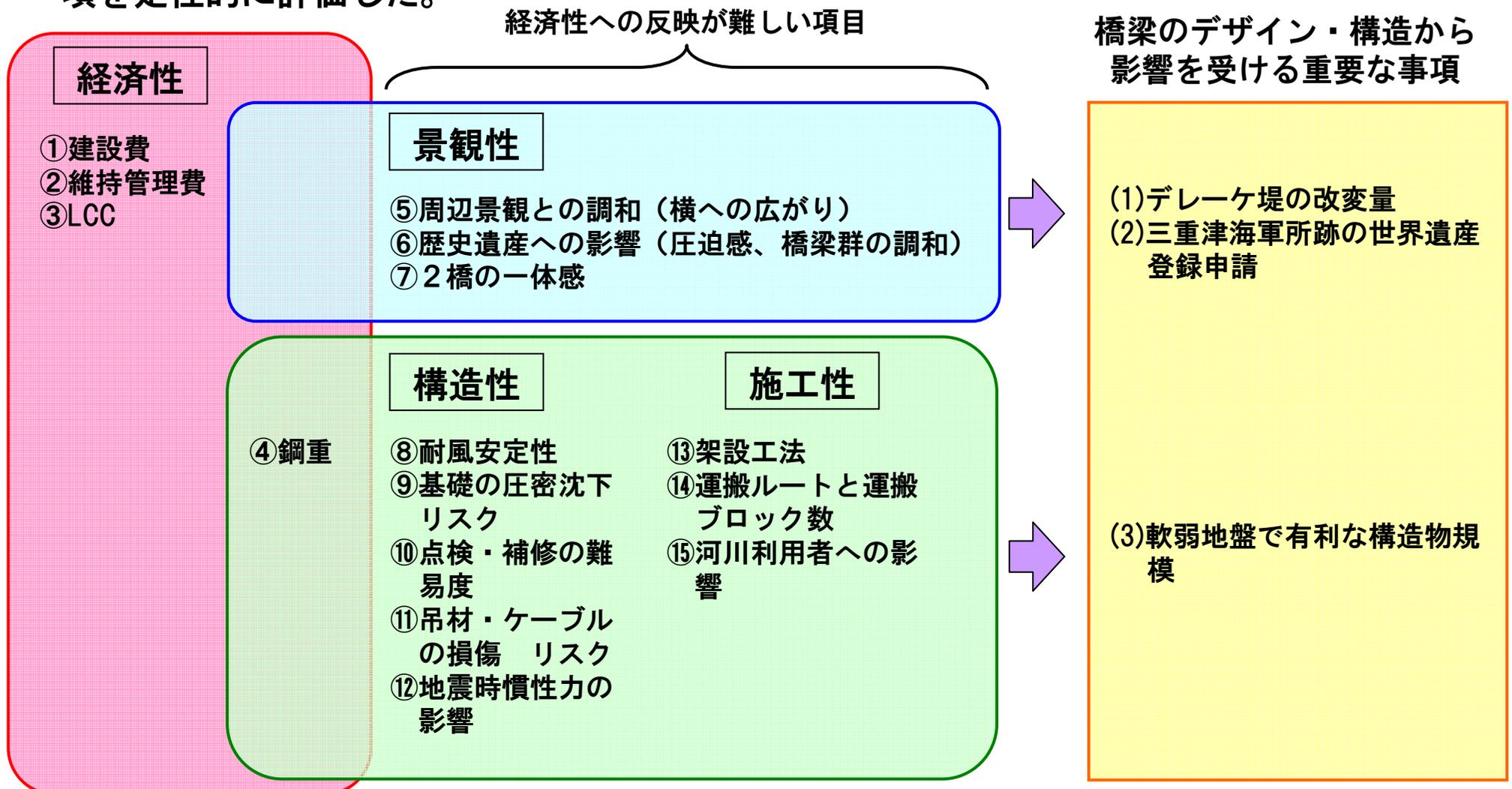
		筑後川橋梁	早津江川橋梁
鋼アーチ橋	吊材張力(kN)	960～1,300	1,300～2,000
	吊材本数	21本	10本
鋼斜張橋	ケーブル張力(kN)	2,500～7,600	1,900～9,900
	ケーブル本数	34本	20本

※上表は1主構の場合の張力及び本数を示す。

鋼アーチ橋は斜張橋に比べ、吊材に発生する張力が小さく本数も少ない。
吊材の取替えに使用するジャッキ等が小さく、交換作業は斜張橋に比べて容易である。

3. 3 評価項目の整理

評価項目は、経済性・景観性・構造的性・施工性に着目し、下図に示す15項目とした。構造的性・施工性に関しては、極力コストに反映させることを基本とし、反映できない事項を定性的に評価した。



3. 4 評価項目

- ①建設費、②維持管理費、③LCC(100年)、④鋼重

		橋種組合せ案				
		第1案	第2案	第3案	第4案	第5案
		鋼床版箱桁 (筑後川・早津江川橋梁)	鋼アーチ(筑後川橋梁) 鋼床版箱桁 (早津江川橋梁)	鋼アーチ (筑後川・早津江川橋梁)	鋼斜張橋(筑後川橋梁) 鋼床版箱桁 (早津江川橋梁)	鋼斜張橋 (筑後川・早津江川橋梁)
①	建設費合計 (比率)	1.00	1.01	1.07	1.00	1.04
②	維持管理費 (比率)	1.06	1.03	1.06	1.00	1.01
③	LCC合計 (比率)	1.00	1.01	1.07	1.00	1.03
④	鋼重 (渡河部橋梁のみ)	13,420t	12,840t	13,210t	12,410t	12,200t

⑤周辺景観との調和（横への広がり）

〈鋼床版箱桁橋〉

橋上構造物がないシンプルな構造であるため、横への広がり感があるが、桁高は4～6m程度であり、重量感がある。



〈鋼アーチ橋〉

周辺景観と調和し、曲線形状のアーチリブによって河川を渡る軽快感と横への広がり感がある。



〈鋼斜張橋〉

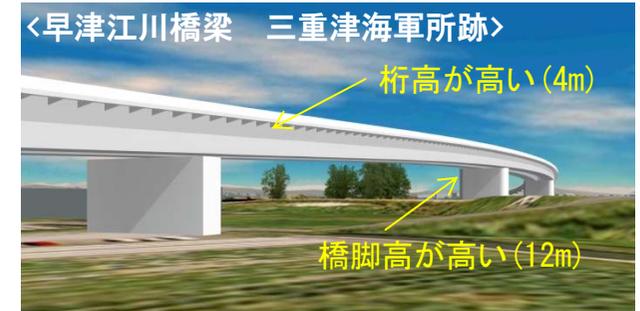
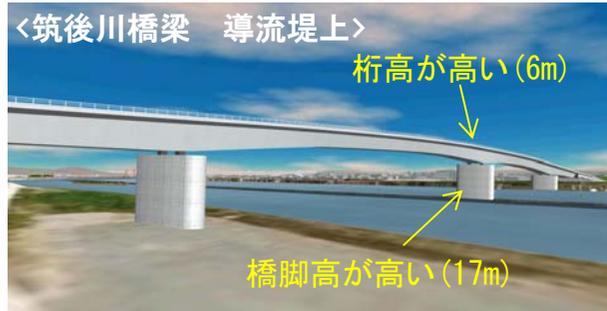
主塔による鉛直イメージが強く、横への広がり感のある周辺景観に対して異質感がある。



⑥歴史遺産（デ・レーケ導流堤、三重津海軍所跡）への影響

〈鋼床版箱桁橋〉

橋脚高は17m程度で、導流堤への圧迫感が大きく、三重津海軍所跡に対しては桁高4mであり、圧迫感を与える要因となる。筑後川橋梁については、シンプルな橋梁形態のため、準主役としてのシンボル性が薄い。



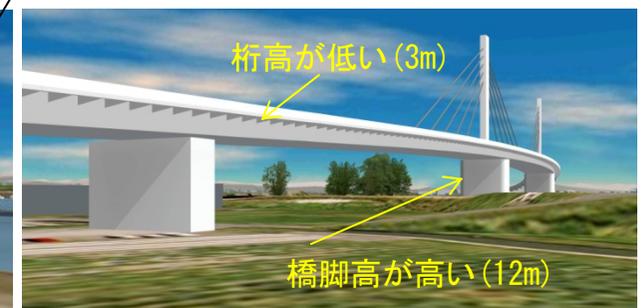
〈鋼アーチ橋〉

中路形式により橋脚高が7m程度に抑えられるため、導流堤への圧迫感が少ない。筑後川橋梁については、構造高さが昇開橋・新田大橋と同程度の規模であり、準主役としてのシンボル性を有し、既存施設と調和している



〈鋼斜張橋〉

橋脚高は18m程度で、その上に主塔が設置されるため、導流堤への圧迫感が大きい。筑後川橋梁については、構造高さが昇開橋・新田大橋と比べ高いため存在感が大きく、既存施設よりも印象が勝っている。



⑦ 2橋の一体感

〈鋼床版箱桁橋〉

2橋とも箱桁橋であり、一体感はあるものの、橋上構造物が無いいため、走行視点でのアクセント（目印）は表現できない。

〈鋼アーチ橋〉

2橋ともアーチ橋であり、一体感を受け、アーチ構造が筑後川2連、早津江川1連となるため、規模の秩序と走行視点でのアクセント（目印）を表現できる。

〈鋼斜張橋〉

2橋とも斜張橋であり、一体感を受け、主塔が筑後川3本、早津江川2本となるため、規模の秩序と走行視点での鉛直方向のアクセント（目印）を表現できる。



図一 走行視点からの2橋の見え方(早津江川橋梁より筑後川橋梁を望む)

⑧耐風安定性

鋼アーチ橋と鋼斜張橋は、構造リスクの高い発散振動が発現する可能性が低い。
鋼斜張橋はケーブルの振動対策が必要となる。

⑨基礎の圧密沈下リスク

鋼アーチ橋は橋脚が低くできるため、鉛直反力が抑えられ、圧密沈下量は29mmとなる。
鋼床版箱桁橋、鋼斜張橋は、橋脚高が高く、鉛直反力が大きいため、圧密沈下量は34mmとなる。

基礎底面より下層の圧密沈下量

項目	鋼床版箱桁橋	鋼アーチ橋	鋼斜張橋
基礎設計鉛直力 (常時)	106,800 kN (1.00)	87,800 kN (0.82)	102,400 kN (0.96)
基礎底面積	221.5m ² (1.00)	183m ² (0.83)	205.7m ² (0.93)
沈下量	34mm (1.00)	29mm (0.85)	34mm (1.00)

⑩点検の難易度

鋼アーチ橋は、アーチリブ点検作業中(高所作業車)の車線規制が必要となる。また、鋼斜張橋主塔点検では足場が必要となり、設置・撤去時の車線規制が長くなる。

⑪吊材・ケーブルの損傷リスク

鋼アーチ橋と鋼斜張橋は、吊材やケーブル、定着部が補修の対象となりやすい。
鋼斜張橋は鋼アーチ橋と比べ、ケーブル張力が大きいため、取替え・補修工事はやや困難。

吊材・ケーブルの張力と本数

		筑後川橋梁	早津江川橋梁
鋼アーチ橋	吊材張力(kN)	960~1,300	1,300~2,000
	吊材本数	21本	10本
鋼斜張橋	ケーブル張力(kN)	2,500~7,600	1,900~9,900
	ケーブル本数	34本	20本

⑫地震時慣性力

鋼アーチ橋は橋脚高が低くできるため、鉛直反力が抑えられ、地震時慣性力による影響が小さい。
鋼床版箱桁橋、鋼斜張橋は橋脚高が高く、鉛直反力が大きいため、地震時慣性力による影響がある。

⑬ 架設工法

<鋼床版箱桁橋：張出し架設>

桁架設を繰り返していく工法。国内で支間150m超の張出し架設の実績は確認できない。
(支間150m橋梁で3橋の施工実績を確認)

<鋼アーチ橋：ケーブルエレクション架設>

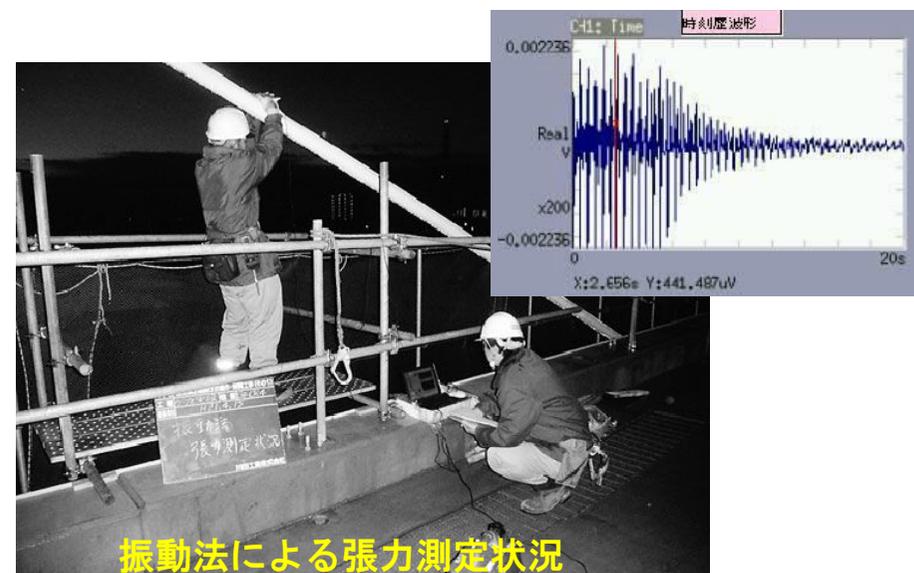
門型鉄塔等、架設設備の施工が重要。本体架設は、ケーブルクレーンによって随時高さの調整が可能であるため、施工が比較的容易である。



⑬ 架設工法

〈鋼斜張橋：張出し架設〉

桁架設・ケーブル緊張を繰り返していく工法。本体架設はケーブル数が多く高さの調整が難しく、豊富な経験が必要とする。



⑭ 運搬ルートと運搬ブロック数

鋼アーチ橋は、導流堤周辺を除き陸上からの部材搬入が可能。鋼床版箱桁橋と鋼斜張橋は、導流堤からの張出し区間が長く水上運搬が多くなり、鋼床版箱桁橋は運搬ブロック数1200個と他案に比べ多い。

⑮ 河川利用者への影響

施工期間は、筑後川橋梁44～49ヶ月、早津江川橋梁42～48ヶ月と各案とも大きな差はないが、両橋とも鋼床版箱桁橋（筑後川橋梁44ヶ月、早津江川橋梁42ヶ月）が最も短い。また、鋼床版箱桁橋と鋼斜張橋は、航路上での桁架設期間（6～7ヶ月）が鋼アーチ橋（18ヶ月）に比べ短い。

4. 1 景観に関する事項

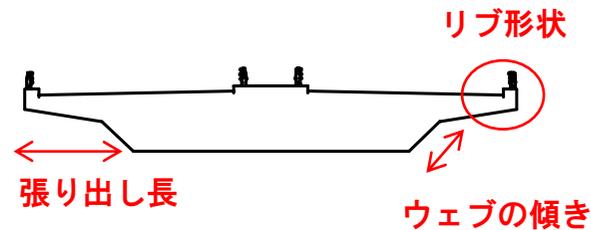
(1) ディテールデザインの検討

景観創造においては、周辺環境との調和に加え構造物自体の造形美が重要であり、構造物の細部形状まで熟考したデザインが望まれる。

以下に景観上の検討項目を示す。

①主桁及び主構造

圧迫感の軽減を図るため、主桁及び主構造部材の断面形状、断面変化等を検討する。



②陸上部の橋上構造物の有無（早津江川橋梁） 〔鋼アーチ橋、鋼斜張橋〕

陸上部に橋上構造物がある形式は、デザインの工夫により違和感が改善される可能性があるため、有無についてデザインを検討する。



橋上構造物有り



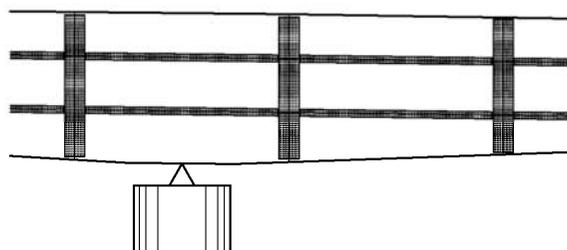
橋上構造物無し

③色彩検討

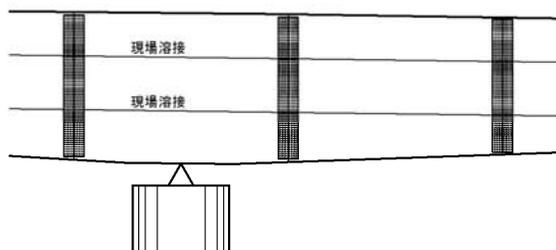
候補色についてフォトモンタージュによる見え方や、塗装板色見本等を用いた現地確認の必要性を含め検討する。

④接合方法の検討

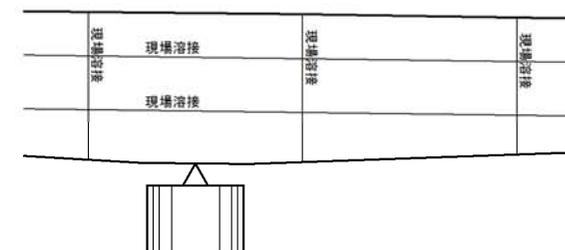
接合部は橋梁の見え方に影響を及ぼすことが懸念されるため、経済性、施工性、に加え、景観性を考慮した上で総合的に優れる接合方法を検討する。



(a)鉛直方向：ボルト添接
水平方向：ボルト添接



(b)鉛直方向：ボルト添接
水平方向：現場溶接



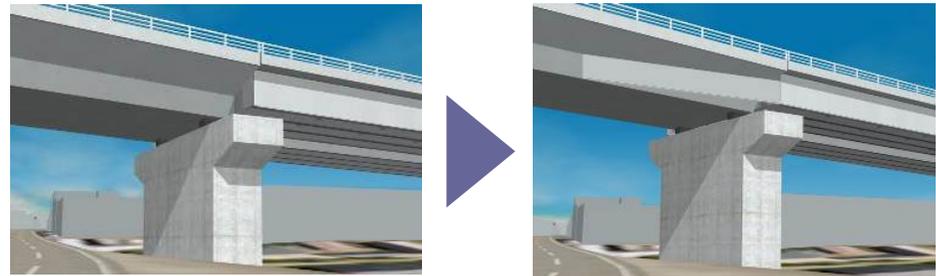
(c)鉛直方向：現場溶接
水平方向：現場溶接

図一主桁腹板接合方法例

⑤ アプローチ橋との掛違い部処理

掛違い部は、煩雑な印象を与えないように検討する。

掛違い部の擦付け処理の例



⑥ 橋脚及び橋台

圧迫感の軽減や統一感を確保するため、橋脚や橋台の細部デザインを検討する。
(形状、面取り、テクスチャー処理等)



橋脚の面取りによる
圧迫感軽減の例



橋台のコンパクト化や
地覆ライン延長の例

⑦ 付属施設

付属施設が煩雑にならないように検討する。

【主な付属施設】

防護柵、落下物防止柵、排水管、検査路 他



排水管を橋脚スリットに納めた例

4. 2 地盤・構造に関する事項

(1) 地質調査・原位置試験

①土質・地質調査

地盤性状や沈下特性をできるだけ正確に把握するために、綿密な土質・地質調査を実施する。原位置試験や室内試験の結果については、試験の精度、地盤材料が持つばらつき、サンプリング時の応力開放の影響等に留意して、信頼性の高いデータを収集する。

②杭の載荷試験

杭の載荷試験を実施し、杭の支持力特性や沈下特性、水平方向地盤抵抗を直接測定する。載荷試験結果については、その他の土質試験や道路橋示方書で示される極限支持力や地盤反力係数等との比較を行い、試験結果の妥当性を確認し設計に反映する。

③沈下量の確認

杭の長期載荷試験結果等に基づき、上部構造の沈下量を確認した上で設計を進める。

(2) 耐震設計

① 免震構造の適用性検討

架橋地は軟弱地盤であるため、周辺地盤と橋梁が共振しないことを検証することにより、免震構造の適用性可否を判断する。

② 設計に用いる地震波の設定

架橋地は基盤層まで約400mもある軟弱地盤であるため、道路橋示方書で示される地震波のみだけではなく、架橋地条件を反映した地震波と比較した上で、設計地震波を設定する。

(3) 上部構造

①耐風設計

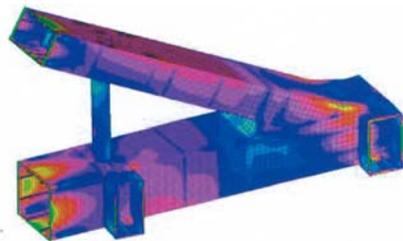
現地風観測結果等より基本風速を設定し風洞試験を実施する。耐風対策が必要と判断された場合、空気力学的対策（フラップ等）もしくは構造力学的対策（ダンパー、制振装置等）について、経済性・景観性を考慮し選定する。



風洞試験（部分模型）

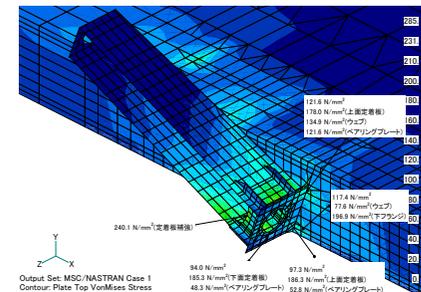
②応力集中部の設計〔鋼アーチ橋、鋼斜張橋の場合〕

アーチリブと補剛桁の接合部（鋼アーチ橋）、主塔と補剛桁の接合部及びケーブル定着部（鋼斜張橋）等は、構造が煩雑であり応力集中が生じ易い。応力分布や力の伝達状態を厳密に照査・確認するためFEM解析を実施する。



出典：橋DRIDGES IN JAPAN 2007-2008,土木学会,pp45

アーチリブ接合部の応力分布図



ケーブル定着部の応力分布図

③ケーブル損傷の影響〔鋼アーチ橋、斜張橋の場合〕

鋼アーチ橋（鋼斜張橋）について、吊材（ケーブル）の疲労あるいは腐食に伴うリスク・対策の検討について必要性を議論する。

4. 3 デ・レーケ導流堤への影響軽減

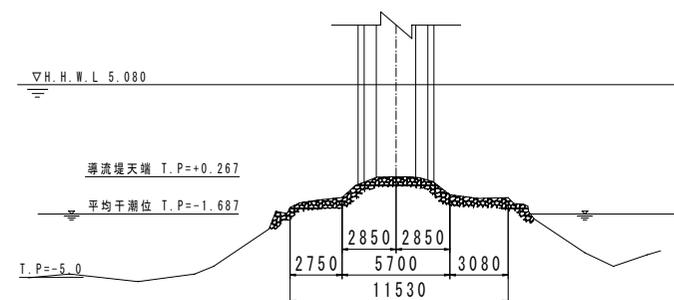
(1) 改変範囲の最小化

土木遺産としての価値や機能の保全に鑑み、施工に際しての改変範囲は極力抑える必要がある。橋脚・基礎形状の最適化や仮設構造物の縮小化を検討し、デ・レーケ導流堤への影響を抑制する。

(2) 解体・利活用について

橋脚施工時には、解体・利活用について検討する。また、導流堤の構造を確認・把握し、写真や図面等の調査記録を作成する。

利活用については、公園等での展示の可能性を含め検討する。



導流堤断面図



導流堤現況

項目	関係事項	平成24年度				平成25年度			
		第1	第2	第3	第4	第1	第2	第3	第4
設計検討委員会			第5回 委員会	第6回 委員会	第7回 委員会		第8回 委員会		
			条件確認	設計方針 形状検討	形状検討		設計結果		
橋梁計画	橋梁詳細設計								
	風洞試験		風洞試験（部分模型）						
	その他	地質調査		全橋風洞試験	杭載荷試験				

注) 上記の流れ・委員会回数は、審議状況により適宜変更する。