

第1章 桁橋の景観デザイン研究

第1章 桁橋の景観デザイン研究

目次

1.1	背景と目的	1- 1
1.2	鋼桁橋景観向上の着眼点	1- 1
1.2.1	桁橋の比較表	1- 1
1.2.2	数量化理論Ⅲ類による特徴整理	1- 9
1.2.3	まとめ	1-12
1.3	ブラケットのデザイン	1-13
1.3.1	ブラケットの事例調査	1-13
1.3.2	ブラケット形状の印象評価	1-17
1.3.3	ブラケット形状変化による経済性	1-23
1.3.4	側縦桁形状の印象評価	1-24
1.3.5	側縦桁を無くす方法	1-28
1.3.6	まとめ	1-33
1.4	下フランジのデザイン	1-34
1.4.1	下フランジの事例調査	1-34
1.4.2	箱桁 WEB 傾斜とエッジの処理の印象評価	1-39
1.4.3	箱桁断面形状の印象評価	1-44
1.4.4	鋸下フランジの印象評価	1-48
1.4.5	まとめ	1-52
1.5	塗装	1-54
1.5.1	鋼橋の防食	1-54
1.5.2	鋼橋への適用	1-57
1.5.3	まとめ	1-59
1.6	付属物のデザイン	1-60
1.6.1	遮音壁・落下物防止柵のデザイン	1-60
1.6.2	吊金具のデザイン	1-67
1.6.3	まとめ	1-71
1.7	化粧板と構造部材を兼ねた桁橋	1-72
1.7.1	事例調査	1-72
1.7.2	試設計による有効性の検証	1-75
1.7.3	まとめ	1-76
1.8	まとめと今後の課題	1-76
1.9	CG 視覚資料	1-77

1.1 背景と目的

吊橋や斜張橋、アーチ橋などの大規模橋梁のように景観の主役となる橋梁形式の場合、設計項目に景観検討が含まれ、景観担当チームによる景観に配慮した設計が行われている。それに対して、小規模橋梁や桁橋の場合は、景観検討の設計費が含まれていないことが多く、技術者が景観面の検討も含めて設計を進めているのが現状である。

本研究では、設計費に景観検討が含まれないことが多い桁橋に着目し、経済性と構造性を損なわず、わずかな工夫で桁橋の造形が良くなる要点について研究を行った。

「橋梁デザインにおける3Eに関する研究部会報告書」(平成17年3月)では、床版の張出長、桁高、支間割りを対象として、美しく設計する要点について検討した。今回は、桁側面の形状に着目し、ブラケット、下フランジ、遮音壁や吊金具のデザインの要点を検討した。また、鋼橋の特徴である防錆処理にも着目し、光沢度について検討を行った。

1.2 鋼桁橋景観向上の着眼点

鋼桁橋の景観向上の着眼点を探るため、幅広く桁形式の橋を対象として桁橋の特徴を整理する。対象は、鋼桁橋の従来形式に加え、新型形式、さらにPC橋を加えた。

1.2.1 桁橋の比較表

鋼橋とPC橋の桁形式について、構造的、経済性、施工性、経済性、景観性の特徴を比較表に整理した(表1.2.1~1.2.7)。

これらの比較表は、建設コンサルタントの業務の中で橋梁予備設計として一般的に行われており、目にする方も多いと思われる。しかし、まだ採用実績の少ない新型形式や小支間から大支間までの桁形式を幅広く対象とした比較表は目にするのがあまりないため、ここで作成することとした。

なお、主に「下部工への影響」、「経済性」、「景観性」は、立地状況により異なるため、一般的な内容のコメントに留めている。

表 1.2.1 鋼桁橋比較表(1)

		従来形式橋梁		
		多主桁橋	箱桁橋	鋼床版橋
概略図				
写真				
構造性	上部工	最も多く用いられてきた構造形式。RC床版を用いるため主桁間隔が狭く、対傾構、横桁などの床組みに加え、面外剛性を高めるため、横構を設ける。故に、部材数が多い。	箱断面のため、曲線橋、長支間橋に適している橋梁形式。RC床版を用いるため、主桁間隔が狭く、縦桁、横桁などの床組み構造が必要なため、部材数が多い。	床版に鋼板を用いて桁高を抑えた構造形式。主桁は従来桁と同様であるが、RC床版の自重と比較して1/2程度と軽く、長支間橋梁への適用が可能である。
	適用支間	20m ~ 65m	20m ~ 100m	30m ~ 200m
	桁高支間比	1/15~1/22	1/18~1/30	1/22~1/30
	下部工への影響	RC床版であり、張出しが短く下部工天端幅が広がる。	RC床版であり、張出しが短く下部工天端幅が広がる。	張出しはRC床版と比較して長く、下部工天端幅を狭くすることができる。また、上部工重量が軽いいため、下部工規模の縮小も可能。
施工性		トラッククレーン架設のほか、送出し架設、一括架設など、桁下空間の制限を受けずに架設できる。	トラッククレーン架設のほか、送出し架設、一括架設など、桁下空間の制限を受けずに出来る。	トラッククレーン架設のほか、送出し架設、一括架設など、桁下空間の制限を受けずに出来る。
経済性		部材数が多く、床版の維持管理も費用がかかるためコスト高。	部材数が多く、床版の維持管理も費用がかかるためコスト高。	部材数が多くまた、床版費用も高くなるため、コスト高。
景観性		<ul style="list-style-type: none"> 床板張出し長が小さいため、桁高はやや小さい(支間 35m で 1.7m)が、重たい印象となる。 桁本数が多く対傾構等があり、桁裏は煩雑である。 塗装色により色彩の演出が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 床板張出し長が小さいため、桁高は小さい(支間 35m で 1.4m)が、重たい印象となる。 変断面の採用によりリズム感のある形態が可能。 桁裏はすっきりしている。 塗装色により色彩の演出が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 床板張出し長は大きく、桁高は小さいためスレンダーな印象となる。 変断面の採用によりリズム感のある形態が可能。 桁裏はすっきりしている。 ブラケットはアクセントになる。 塗装色により色彩の演出が可能。

表 1.2.2 鋼桁橋比較表(2)

新形式橋梁		
少数主桁橋	開断面箱桁橋	細幅箱桁橋
<p>合成床版またはPC床版を用いて床版支間を拡大したことにより、主桁本数を少なくし、横桁・横構などを単純化または省略して合理化を図った橋梁形式。</p>	<p>主桁上フランジ部材をI桁と同様な構成とし、床版と合成させることにより開断面を形成し、合成床版の採用により縦桁・横桁などの床組構造を省略した合理化橋梁形式。</p>	<p>箱断面の幅を従来箱桁より狭くし、フランジ厚の増大により縦・横リブを低減させ、合成床版、またはPC床版の採用により縦桁・横桁などの床組構造を省略した合理化橋梁形式。</p>
<p>40m ~ 110m 1/20~1/30</p>	<p>50m ~ 115m 1/27 程度(福北標準)</p>	<p>40m ~ 100m 1/10~1/30</p>
<p>合成床版(PC合成床版)であり、張出しを長くすることができ、下部工天端幅を狭くすることができる。</p>	<p>合成床版(PC合成床版)であり、張出しを長くすることができ、下部工天端幅を狭くすることができる。</p>	<p>合成床版(PC合成床版)であり、張出しを長くすることができ、下部工天端幅を狭くすることができる。</p>
<p>トラッククレーン架設のほか、送出し架設、一括架設など、桁下空間の制限を受けずに出来る。</p>	<p>トラッククレーン架設のほか、送出し架設、一括架設など、桁下空間の制限を受けずに出来る。また、現場で部材の組立てを行なうパネル工法もある。</p>	<p>トラッククレーン架設のほか、送出し架設、一括架設など、桁下空間の制限を受けずに出来る。</p>
<p>部材数が少なく、床版の耐久性も高いためコスト安。</p>	<p>部材数が少なく、床版の耐久性も高いためコスト安。</p>	<p>部材数が少なく、床版の耐久性も高いためコスト安。</p>
<ul style="list-style-type: none"> 床板張出し長は大きいので、桁高は高いがスレンダーな印象となる。 部材数が少なくシンプルであり、桁裏はすっきりしている。 塗装色により色彩の演出が可能。 橋脚幅が狭くなり、橋脚はスリムとなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 床板張出し長は大きいので、桁高は高いがスレンダーな印象となる。 桁裏はすっきりしている。 塗装色により色彩の演出が可能。 橋脚幅が狭くなり、橋脚はスリムとなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 床板張出し長は大きいので、桁高は高いがスレンダーな印象となる。 桁裏はすっきりしている。 塗装色により色彩の演出が可能。 橋脚幅が狭くなり、橋脚はスリムとなる。

表 1.2.3 鋼桁橋比較表(3)

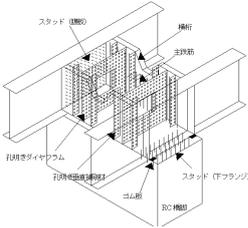
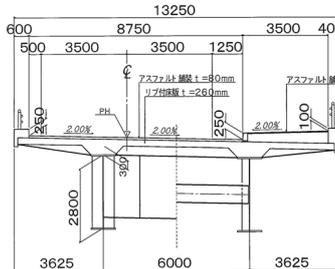
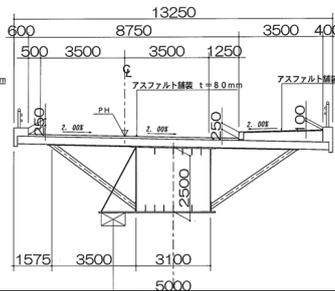
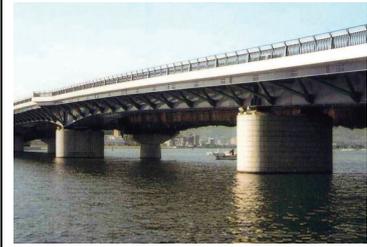
		新形式橋梁		
		複合ラーメン橋	リップ付きPC床版少数主桁橋	ストラット付き箱桁橋
概略図				
写真				
構造性	上部工	鋼製の上部工とRC製の下部工を剛結してラーメン構造としたことで、従来桁に比べ鋼断面が削減でき、また支承を省略することでコスト削減を図った合理化橋梁形式。	リップ付き床版を用いた少数主桁橋。床版張り出し部をリップにより支持するため、床版厚が薄くなり、通常のPC床版に比べ自重を抑えることによる合理化を図った構造形式。	斜めストラットにより床版を支持した形式の箱桁橋。ストラットによる支持により床版張り出し幅が広くなり、また、床版厚が薄くなり、自重を抑えることによる合理化を図った構造形式。
	適用支間	20m～65m	40m ～ 110m(少数主桁橋と同じ)	1/18～1/30(箱桁橋と同じ)
	桁高支間比	1/15～1/25	—	—
	下部工への影響	ラーメン橋とすることで、下部工天端幅の縮小、下部工規模の縮小が可能。	リップにより張り出しを長くすることができるため、下部工天端幅を狭くすることができる。	ストラットにより張り出しを長くすることができるため、下部工天端幅を狭くすることができる。
施工性		トラッククレーン架設が基本であるが、張り出し架設、ジャッキアップ回転架設等の桁下空間の制限を抑えた工法が開発されている。	トラッククレーン架設のほか、送出し架設、一括架設など、桁下空間の制限を受けずに出来る。	トラッククレーン架設のほか、一括架設など、桁下空間の制限を受けずに出来る。
経済性		部材数が少なく、床版の耐久性も高い。加えて、支承がないためコストは大幅安。	部材数が少なく、床版の耐久性も高いためコスト安。	幅員に対して主桁本数の削減ができ、鋼重が少なくなるためコスト安。
景観性		・床板張り出し長は大きいと、桁高は高いがスレンダーな印象となる。 ・桁裏はすっきりしている。 ・塗装色により色彩の演出が可能。 ・上下部構造が剛結され支承が無いと桁と橋脚に一体感がありスリムとなる。	・床板張り出し長は大きいと、桁高は高いがスレンダーな印象となる。 ・部材数が少なくシンプルであり、桁裏はすっきりしている。 ・リップはアクセントになる。 ・塗装色により色彩の演出が可能。 ・橋脚幅が狭くなり、橋脚はスリムとなる。	・床板張り出し長は大きいと、桁高は高いがスレンダーな印象となる。 ・部材数が少なくシンプルであり、桁裏はすっきりしている。 ・ストラットはアクセントになる。 ・塗装色により色彩の演出が可能。 ・橋脚幅が狭くなり、橋脚はスリムとなる。

表 1.2.4 PC 橋比較表（支間 20~60m程度）（1）

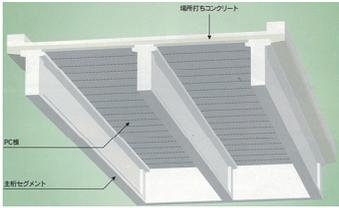
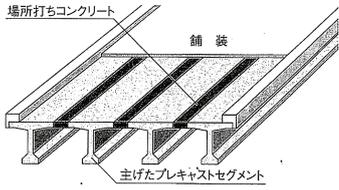
		従来型橋梁	新型橋梁	
		ポステンT桁橋	PCコンポ橋	バルブT桁橋
概略図				
写真				
		大竹橋	岡部川橋	外沢跨道橋
構造性	上部工	・従来型のポステン方式のT桁橋。一般的な形式であり、実績も多い。	・主桁をプレキャストセグメント工法で製作、床版はプレキャストPC床版を使用したPC合成床版橋。部材を少数化し合理化を図っている。	・PCコンポ橋のけた断面を基本として上床版幅を広げたもので、型枠の転用と主桁の少数化を可能としたもの。 ・PCコンポ橋より桁高は低い。
	適用支間	20~45m	25~45m	25~45m
	桁高支間比	1/13~1/17	1/12~1/16	1/16~1/20
	下部工への影響	T桁橋であり、張出し長が短く下部工天端幅は広くなる。	T桁橋であり、張出し長が短く下部工天端幅は広くなる。	T桁橋であり、張出し長が短く下部工天端幅は広くなる。
施工性		・トラッククレーン架設のほか、架設桁による架設により桁下条件の制約を受けずに架設できる。	・主桁はプレキャストセグメント工法を基本とし、床版にもプレキャストPC板を用いるため、現場作業が減少し工期の短縮が図れる。	・主桁をプレキャストセグメント工法で製作することで、現場作業が減少し、工期の短縮が図れる。
経済性		1.0	・桁高制限のない橋梁でコストの縮減が可能。 (0.9:ポステンT桁比)	・プレキャストセグメント工法、少数主桁構造の採用により、コスト縮減が図れる。 (0.94:ポステンT桁比)
景観性		・床板張出し長が小さく、桁高は高い(支間35mで2.3m)ため、重たい印象となる。 ・桁本数は多いため、桁裏は煩雑となりやすい。	・床板張出し長が小さく、桁高は高い(支間35mで2.5m)ため、重たい印象となる。 ・桁本数はポステンT桁と比べて少なく、桁裏はすっきりとしている。	・床板張出し長が小さく、桁高はやや高く(支間35mで1.9m)ため、やや重たい印象となる。 ・桁本数は従来のT桁より少なくできるが、PCコンポ桁と比較すると本数が多くやや桁裏は煩雑となりやすい。

表 1.2.5 PC 橋比較表(支間 20~60m程度)(2)

新形式橋梁		
プレベーム桁橋	Uコンボ橋	バイプレ I 桁橋
<p>近唐跨線橋</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プレフレクション工法を用いて、鋼桁とコンクリートを合理的に合成した桁。 ・非常に低い桁高の選択が可能。 	<p>ヨーロッパでの施工例</p> <ul style="list-style-type: none"> ・主桁断面をU形とし高強度コンクリートを使用することでコンボ橋の適用支間を更に伸ばし断面のスリム化したもの。 ・実績はまだ少ない。 	<p>中館高架橋</p> <ul style="list-style-type: none"> ・従来のポステン方式とコンクリートに引張プレストレスを与えるポストコンプレッション方式を組合わせたバイプレストラットレッシング方式の桁橋。 ・桁高を非常に低くすることができる。
15~60m	35~60m	25~50m
1/20~1/33	1/16~1/18	1/32
T桁橋であり、張出し長が短く下部工天端幅は広くなる。	T桁橋と比較して張出し長が長く、下部工天端幅を狭くすることが可能。	T桁橋であり、張出し長が短く下部工天端幅は広くなる。
<ul style="list-style-type: none"> ・主桁をプレキャストセグメント工法で製作することで、現場作業が減少し、工期の短縮が図れる。 ・重心が低い架設が容易。 	<ul style="list-style-type: none"> ・主桁はプレキャストセグメント工法を基本とし、床版にもプレキャスト PC 板を用いるため、現場作業が減少し、工期の短縮が図れる。 ・主桁形状をU形としたことにより架設時の安定性が向上し、安全に施工可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・主桁をプレキャストセグメント工法で製作することで、現場作業が減少し、工期の短縮が図れる。 ・桁1本当りの桁自重を減少させることができ、より安全に架設することができる。
<ul style="list-style-type: none"> ・ポステンT桁と比較して一般的にコストは高くなる。 <p>(1.35:ポステンT桁比)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・主桁セグメントおよびトラッククレーンを現場に搬入が可能で、桁下空間にベントの組立が可能でコスト縮減が図れる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ポステンT桁と比較して一般的にコストは高くなる。 <p>(1.25:ポステンT桁比)</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・床板張出し長は小さいが、桁高が低い(支間35mで1.3m)ため、スレンダーな桁である。 ・桁本数は多いが下フランジ幅が広く面に見えるため、桁裏はすっきりしている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・床板張出し長が小さく、桁高はやや高く(支間35mで1.9m)ため、あまりスレンダーな桁とはいえない。 ・桁本数は多いため、桁裏は煩雑となりやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・床板張出し長は小さいが、桁高が低い(支間35mで1.1m)ため、スレンダーな桁である。 ・桁本数は多いが下フランジ幅が広く面に見えるため、桁裏はすっきりしている。

表 1.2.6 PC 橋比較表（支間 30~140m程度）(1)

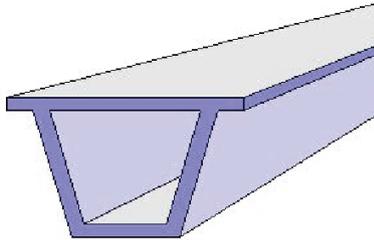
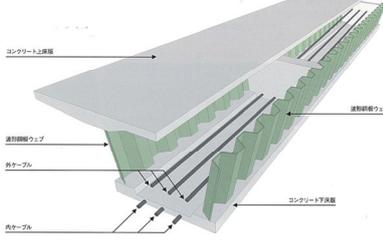
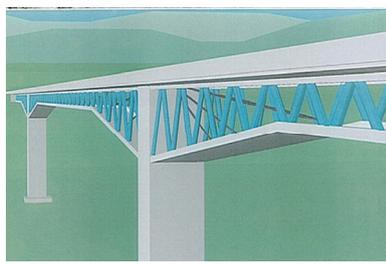
		従来形式橋梁	新形式橋梁
		箱桁橋	波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋
概略図			
写真		 黒沢川橋	 本谷橋
構造性	上部工	<ul style="list-style-type: none"> 一般的な形式であり、実績も多い。橋脚が高ければ維持管理が軽減できるラーメン構造も適用可能。 外ケーブルを配置することで、部材を薄くすることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> PC箱桁のウェブを波形鋼板に置き換えたもので、コンクリートと鋼の複合構造。 ウェブを軽量の波形鋼板とすることで自重の低減が図れ、下部への負担低減が可能。
	適用支間	固定支保工：25~60m 移動支保工：30~45m 押出し：30~60m 張出し：50~140m	押出し：35~55m 張出し：50~120m
	桁高支間比	固定支保工：1/16~1/22 移動支保工：1/17~1/22 押出し：1/15~1/17 張出し：1/18~1/36	押出し：1/15~1/17m 張出し：1/17~1/28m
	下部工への影響	T桁橋と比較して張出し長が長く、下部工天端幅を狭くすることが可能。	T桁橋と比較して張出し長が長く、下部工天端幅を狭くすることが可能。また、PC箱桁と比較して上部工反力が小さく、下部工規模の縮小が可能。
施工性		現場作業の工期短縮が要求された場合、プレキャストセグメント箱桁工法が採用される場合がある。大規模な橋梁建設でメリットが生かされる。	ウェブ部の型枠・鉄筋・PC鋼材の組立て、コンクリートの打設が不要となることで、省力化・工期の短縮が図れる。
経済性		ケーブル配置等により経済的な構造とすることができる。	施工条件によっては、下部・基礎構造縮小により経済的となる場合がある。
景観性		<ul style="list-style-type: none"> 床板張出し長は大きくでき、桁高は高いがスレンダーな印象となる。 変断面の採用によりリズム感のある形態が可能。 桁裏はすっきりしている。 	<ul style="list-style-type: none"> 床板張出し長は大きくでき、桁高は高いがスレンダーな印象となる。 変断面の採用によりリズム感のある形態が可能。 桁裏はすっきりしている。 波板ウェブの凹凸がアクセントとなる。 塗装により色彩演出が可能。

表 1.2.7 PC 橋比較表（支間 30～140m程度）（2）

		従来形式橋梁	
		トラスウェブ PC 箱桁橋	ストラット付き PC 箱桁橋
概略図			
写真			
		木ノ川高架橋	内牧高架橋
構造性	上部工	<ul style="list-style-type: none"> ・PC箱桁橋のウェブを鋼トラス斜材(鋼管)に置き換えたもので、コンクリートと鋼の複合構造である。 ・ウェブを軽量の鋼管とすることで自重の低減が図れ、下部への負担低減が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・PC箱桁橋の張出し床版を斜めのストラットで支持する形式の箱桁。張出し床版の幅が広く、下床版の幅が狭くなるため、下部工規模の縮小が可能。
	適用支間	張出し:60～120m	押し出し:30～60m 張出し:50～140m
	桁高支間比	張出し:1/11～1/16	押し出し:1/15～1/17 張出し:1/18～1/36
	下部工への影響	T桁橋と比較して張出し長が長く、下部工天端幅を狭くすることが可能。また、PC箱桁と比較して上部工反力が小さく、下部工規模の縮小が可能。	ストラットにより、他の箱桁橋と比較して張出し長をさらに長くすることが出来、下部工天端幅を大幅に縮小することが可能。
施工性		<ul style="list-style-type: none"> ・現場作業の工期短縮が要求された場合、プレキャストセグメント箱桁工法が採用される場合がある。大規模な橋梁建設でメリットが生かされる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ウェブ部の型枠・鉄筋・PC鋼材の組立て、コンクリートの打設が不要となることで、省力化・工期の短縮が図れる。
経済性		<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブル配置等により経済的な構造とすることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工条件によっては、下部・基礎構造縮小により経済的となる場合がある。
景観性		<ul style="list-style-type: none"> ・床板張出し長は大きくでき、桁高は高いがスレンダーな印象となる。 ・変断面の採用によりリズム感のある形態が可能。 ・桁裏はすっきりしている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・床板張出し長は大きくでき、桁高は高いがスレンダーな印象となる。 ・変断面の採用によりリズム感のある形態が可能。 ・桁裏はすっきりしている。 ・トラスウェブは透過性があり、またアクセントともなる。 ・塗装により色彩演出が可能。

1.2.2 数量化理論Ⅲ類による特徴整理

1.2.1 で作成した比較表では、桁橋の大まかな特徴がつかみづらいため、多変量解析の1手法である数量化理論Ⅲ類を用いて分析することにした。数量化理論Ⅲ類とは、サンプルである桁形式とその特徴を示すアイテム・カテゴリーとの類似パターンを集め、両者を同時に分類する方法である。計算では、変数相互の距離を調べ、すべての距離が最も良く合致するような数値をサンプルとアイテムに与える。その数値はサンプルスコア、カテゴリースコアと呼ばれ、散布図を作成することで、サンプルやアイテムの位置関係が把握できる。

(1) 数量化理論Ⅲ類データ

比較表を元に作成した分析データを表 1.2.8 に示す。数量化理論Ⅲ類は、カテゴリーデータを扱うため、数値データのカテゴリー化を行った。例えば、適用支間は支間 30～45m を「支間 30～」、45～65m を「支間 45～」のように4段階のカテゴリーを作った。データは、該当するカテゴリーにチェックを付ける1,0データである。ブランクは0を意味する。

表 1.2.8 数量化理論Ⅲ類データ

分類	アイテム		平均支間長				平面曲率	桁高支間比			床版張出し			経済性			スレンダー			アクセント		桁裏		色彩演出		リズム感		
	カテゴリー	サンプル	支間30m～	支間45m～	支間65m～	支間100m～	曲線可	桁高大	桁高中	桁高小	張出小	張出中	張出大	コスト低	コスト中	コスト高	印象重い	印象普通	軽い	アクセント有	アクセント普通	桁裏すっきり	桁裏普通	色彩演出有り	色彩演出無し	リズム有り	リズム無し	
メタル	従来型	鋼多主桁橋		1				1	1					1			1			1		1	1			1		
		鋼箱桁橋		1			1		1	1					1			1			1		1	1			1	
		鋼床版箱橋			1	1			1	1					1			1			1		1	1			1	
	新型	少数主桁橋		1					1			1	1					1			1		1	1			1	
		開断面箱桁橋		1		1			1			1		1				1			1	1		1			1	
		細幅箱桁橋		1		1		1		1		1		1				1			1		1	1			1	
		複合ラーメン橋			1				1	1				1				1			1	1		1			1	
		リブ付PC床版少数主桁橋		1					1			1	1					1			1		1	1			1	
		ST付き鋼箱桁橋		1		1		1			1		1				1		1		1		1			1		
PC	従来型	ポステンT桁橋	1					1			1			1			1			1		1	1			1		
		PC箱桁橋			1	1		1		1		1		1	1			1			1	1		1		1		1
	新型	PCコンボ橋	1					1		1				1				1			1		1	1			1	
		パルプト桁橋	1					1		1				1				1			1		1	1			1	
		プレビーム桁橋		1					1	1				1				1			1		1	1			1	
		Uコンボ桁橋		1					1		1	1		1				1			1		1	1			1	
		パイプレT桁橋		1					1	1				1				1			1		1	1			1	
		波形鋼板ウェブPC箱桁橋			1	1		1		1			1		1			1		1		1		1			1	
		トラスウェブPC箱桁橋			1	1		1		1			1		1			1		1		1		1			1	
				ST付きPC箱桁橋			1	1		1			1		1				1		1		1		1			1

（2）数量化理論Ⅲ類結果

数量化理論Ⅲ類による軸毎の相関係数を表 1.2.9 に示す。1 軸と 2 軸の相関係数が 0.5 以上と高く、特徴を説明できると考え 2 軸までのカテゴリースコアとサンプルスコアの散布図を作成した。

表 1.2.9 相関係数

	相関係数
1 軸	0.7479
2 軸	0.5216
3 軸	0.4733

①カテゴリースコアの散布図

図 1.2.1 にカテゴリースコアの散布図を示す。1 軸を見ると、プラス側には「支間 100m～」 「コスト高」 「桁裏すっきり」 「リズム有り」 「アクセント有り」、マイナス側には「支間 30m～」 「コスト低」 「桁裏普通」 「リズム無し」 が配置されていることから、＜橋梁規模＞＜景観性＞の軸と位置づけた。これは、橋梁規模と景観性が関連していると考察できる。

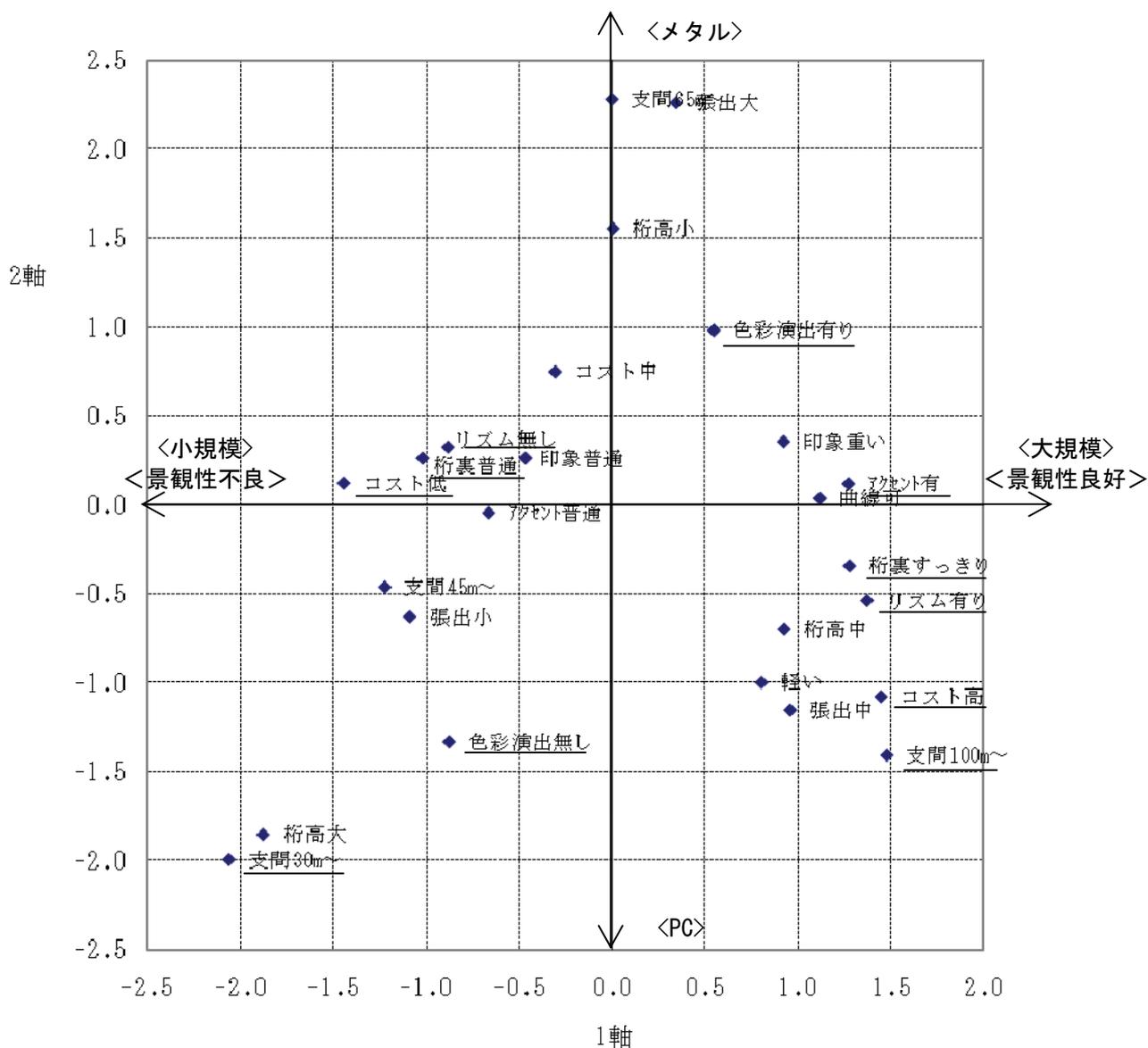


図 1.2.1 カテゴリースコア散布図

2軸を見ると、プラス側には「色彩演出有り」、マイナス側には「色彩演出無し」が配置されている。色彩演出の有無は、鋼橋とPC橋の代表的な特徴であることから、プラス側を鋼橋、マイナス側をPC橋の特徴軸と位置づけた。

②サンプルスコアの散布図

図1.2.2にサンプルスコアの散布図を示す。橋梁形式の散布図を見ると、大まかに「メタル新型」「メタル従来型」「PC新型」「PC従来型」の4つのグループに分類できる。各グループの特徴は、グループの座標付近にあるカテゴリにより知ることができる。

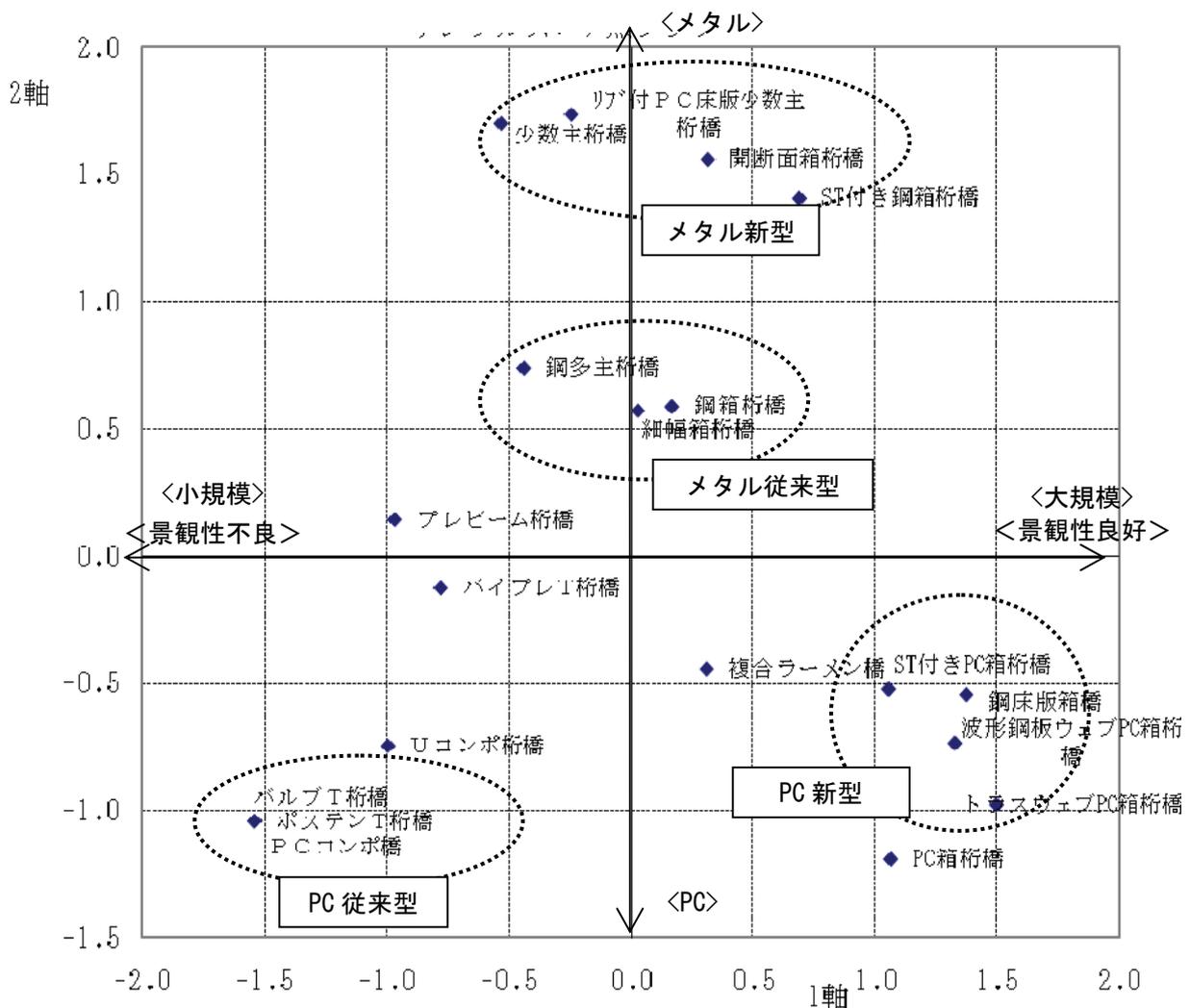


図1.2.2 サンプルスコア散布図

表 1.2.10 にグループ名とグループの座標付近にあるサンプルとカテゴリーを示す。「メタル新型」は支間 65m 以上のやや大規模な橋梁で張出しが大きく、桁高が小さいのが特徴である。「メタル従来型」はコストが中程度で、桁裏普通、スレンダーさも普通である。このグループに新型の細幅箱桁が含まれているのは、従来型の特徴を有していることになる。「PC 新型」は大規模な橋梁で、桁裏がすっきりでリズム感があり、スレンダーさを有する景観性では良い印象となるグループである。その中にメタル橋である鋼床版箱桁が入っており、これは PC 新型の特徴を有していることになる。「PC 従来型」は、桁高が大きい小支間のグループである。

表 1.2.10 各グループのサンプルとカテゴリー

グループ名	サンプル	カテゴリー
メタル新型	<ul style="list-style-type: none"> ・リブ付き PC 床版少数主桁 ・少数主桁 ・開断面箱桁 ・ストラット付き鋼箱桁 	<ul style="list-style-type: none"> ・支間 65m～ ・張出大 ・桁高小
メタル従来型	<ul style="list-style-type: none"> ・鋼多主桁 ・鋼箱桁 ・細幅箱桁 	<ul style="list-style-type: none"> ・コスト中 ・印象普通（スレンダー） ・リズム無し ・桁裏普通
PC 新型	<ul style="list-style-type: none"> ・ストラット付 PC 箱桁 ・波形鋼板ウェブ PC 箱桁 ・トラスウェブ PC 箱桁 ・鋼床版箱桁 	<ul style="list-style-type: none"> ・桁裏すっきり ・リズム有り ・印象軽い（スレンダー） ・桁高中 ・張出中 ・支間 100m～ ・コスト高
PC 従来型	<ul style="list-style-type: none"> ・ポステンT桁 ・コンボ橋 ・バルブT桁 	<ul style="list-style-type: none"> ・桁高大 ・支間 30m～

1.2.3 まとめ

以上の結果から、桁橋の特徴を大まかに整理する。色彩演出の有無が鋼橋と PC 橋の違いである。スレンダーでリズムがあり、桁裏がすっきりしているなど景観面で良い印象となるのが、PC 新型であり、続いて、メタル新型、メタル従来型、景観面の印象が低いのが PC 従来型となる。メタル橋の中では、鋼床版箱桁、ストラット付き鋼箱桁のように桁側面にブラケットやストラットなどのアクセントとなる部材があるものが、景観面で良い評価となっている。

そこで、本研究では、景観面で良い評価となる、桁側面のアクセントとして、「ブラケットのデザイン」、桁裏、桁側面の印象に影響すると予想される「下フランジのデザイン」、鋼橋の特徴である「色彩」と吊りピースなどの「付属物」について検討を行う。

1.3 ブラケットのデザイン

桁橋のデザイン性は、側面形状が支配的となる。通常の桁橋の場合、側面形状は一面的なものではないが、ブラケットを設置することによって側面の見え方に変化が起こり、有効活用することでデザイン性の向上が可能となる。ここでは、ブラケット及びそれを繋ぎ合わせる側縦桁に着目し、その形状によりどのような印象を生じるかを整理、考察する。

1.3.1 ブラケットの事例調査

ここでは、ブラケット形状を工夫しデザイン性を向上させた桁橋の事例を整理する。表 1.3.1 から 1.3.4 に事例を示す。

表 1.3.1 ブラケット形状の工夫事例(1)

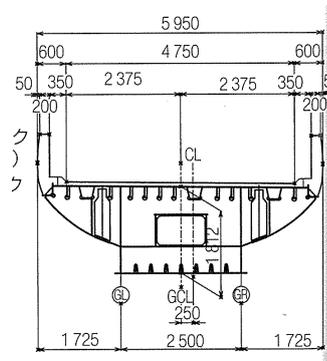
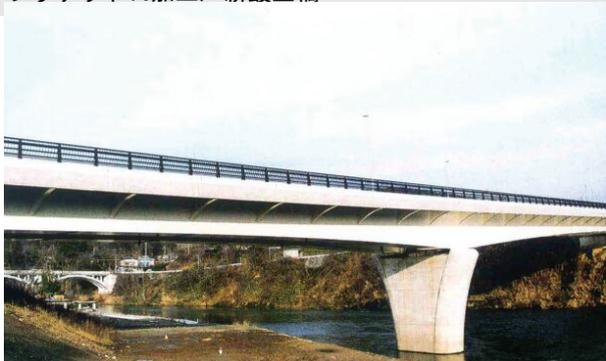
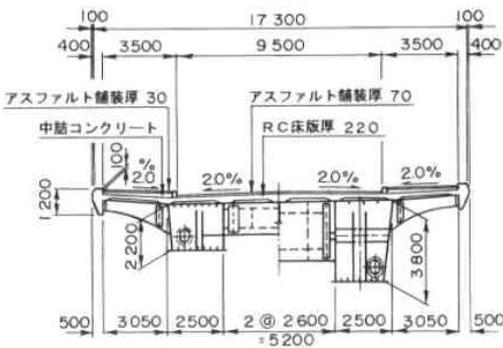
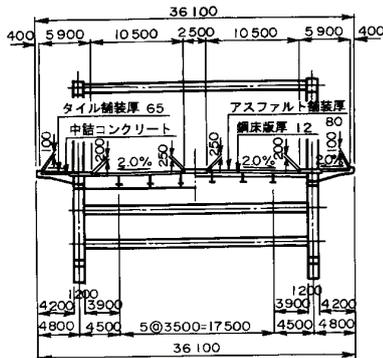
<p>ブラケットR加工／横浜公園出口高架橋</p> 	
<p>ブラケットR加工／新最上橋</p> 	
<p>ブラケットR加工／響大橋</p> 	

表 1.3.2 ブラケット形状の工夫事例(2)

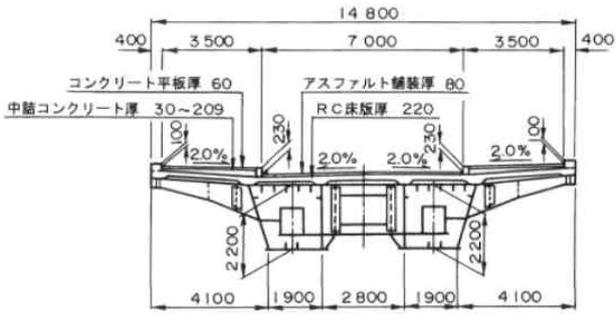
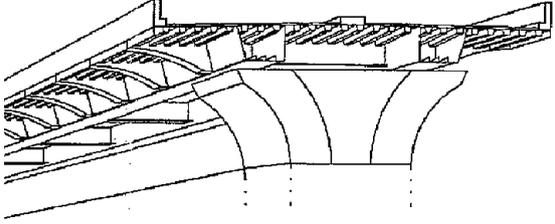
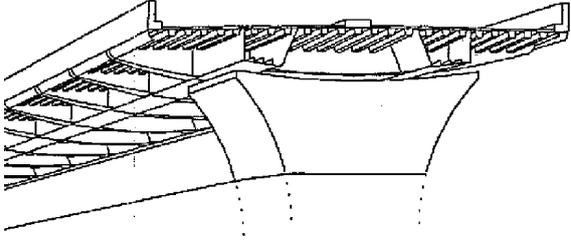
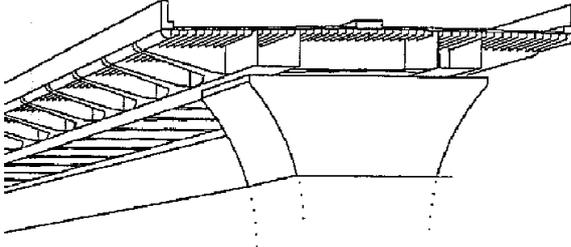
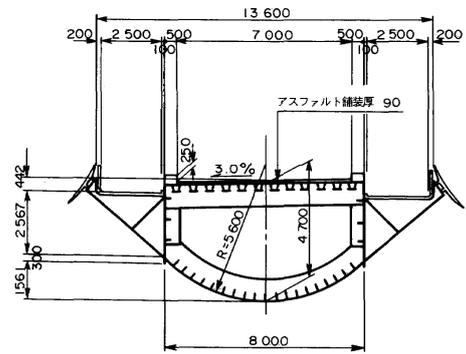
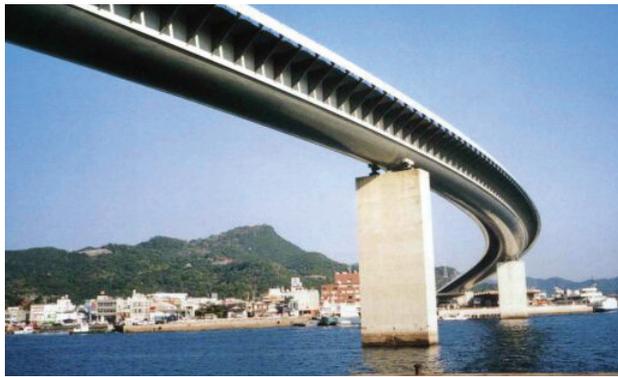
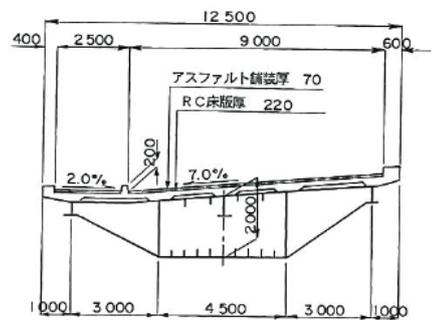
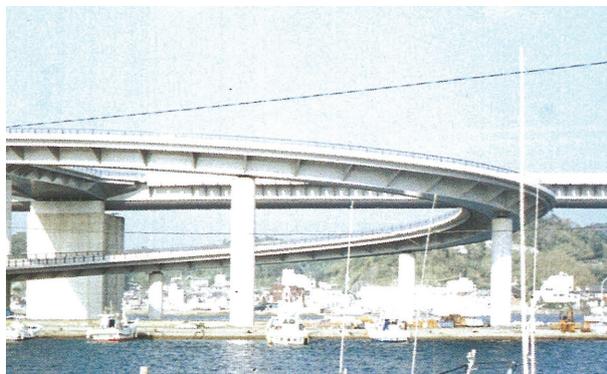
主桁+ブラケットテーパ加工／さくら船岡大橋	
	 <p>Technical drawing showing cross-section dimensions and material specifications for the Sakura Funatsu Bridge. The total width is 14,800 mm. Dimensions from the centerline: 400 mm (outer edge), 3,500 mm (to first bracket), 7,000 mm (between brackets), 3,500 mm (to second bracket), and 400 mm (outer edge). Material specifications include: Concrete slab thickness 60 mm, Asphalt paving thickness 80 mm, Middle concrete thickness 30~209 mm, RC deck thickness 220 mm. Slopes are indicated as 2.0% on both sides. Vertical dimensions show a height of 2,200 mm from the deck to the top of the brackets.</p>
ブラケットR加工／駒入陸橋	
	 <p>Technical drawing showing the cross-section of the Koma no Kashiwa Bridge, highlighting the rounded (R-processed) ends of the brackets.</p>
ブラケットR加工+主桁テーパ加工／雨情陸橋	
	 <p>Technical drawing showing the cross-section of the Amari no Kashiwa Bridge, highlighting the rounded (R-processed) ends of the brackets and the tapered main girders.</p>
ブラケット連続性／鶴田陸橋	
	 <p>Technical drawing showing the cross-section of the Tsuruta no Kashiwa Bridge, highlighting the continuous brackets and tapered main girders.</p>

表 1.3.3 ブラケット形状の工夫事例(3)

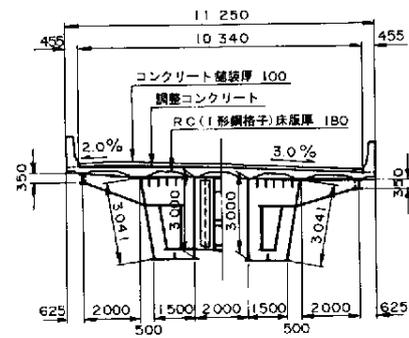
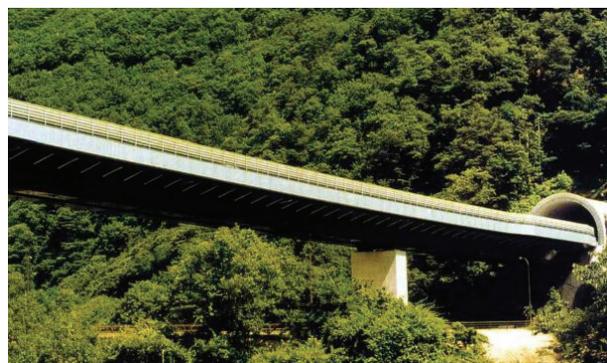
形状統一による連続性／牛深ハイヤ橋



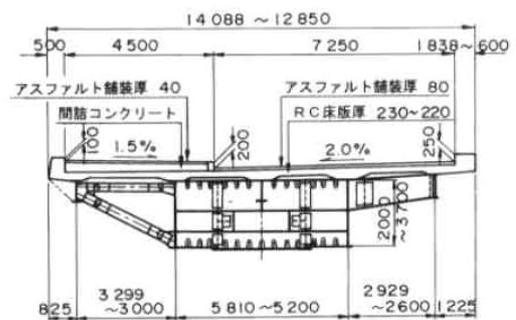
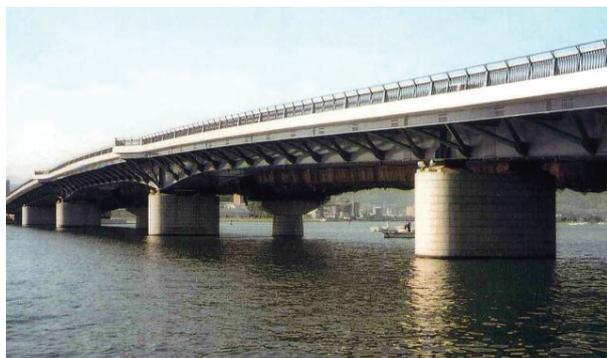
形状統一による連続性／牛深ランプ橋



主桁+ブラケットテーパ加工／白川橋



ストラット／宍道湖大橋



1.3.2 ブラケット形状の印象評価

(1) デザイン案

事例調査を踏まえ、表 1.3.5 に示すブラケット形状のデザイン案を作成した。橋梁形式は、鋼連続1箱桁とし、桁高 2.3m、幅員は2車線の 7.0m とした。モデルケースの詳細は「1.3.3 ブラケット形状変化による経済性」に示す。

デザイン案は、ブラケットの付け根高とブラケット下面のラインに着目した。ブラケットの付け根高は、箱桁下フランジと同じラインとなる 2.3m とやや高い 1.6m、通常の 1.0m とした。ブラケット下面ラインは、直線、内側に絞る曲線の凹R、膨らむ凸Rの3タイプとした。

表 1.3.5 ブラケット形状のデザイン案

		直線	凹R	凸R
※主桁付根部 ブラケット高H (mm)	1000			
	1600			
	2300			

(2) 印象評価

ブラケットの違いにより生じるであろう印象として、形容詞対の候補の中から、4つを選定した。被験者は、デザインを学ぶ大学生 20 名、社会人 20 名の計 40 名である。社会人は、技術系または一般職である。評価方法は、形容詞対毎に図 1.3.1 に示す7段階での評価とした。CG で作成した視覚資料 A4 横サイズを見て、4つの形容詞対での印象を評価してもらった。視覚資料は、見せる順番による影響を無くすためにランダムにするべきであったが、本検討では、1案から順にみせてしまった。



図 1.3.1 印象評価の形容詞対

（3）評価結果

表 1.3.6 から 1.3.8 に視覚資料と印象評価をヒストグラムにまとめたものを示す。

表 1.3.6 ブラケットデザインの評価結果 (1)

	断面図・視覚資料	印象評価			
1案 標準		<p>機能的なー装飾的な</p> <p>平均値 2.9: やや機能的 標準偏差 1.1</p>	<p>重厚なー軽快な</p> <p>平均値 4.4: どちらでもない 標準偏差 1.3</p>	<p>シャープなー柔らかい</p> <p>平均値 2.9: ややシャープ 標準偏差 1.1</p>	<p>好きー嫌い</p> <p>平均値 3.6: どちらでもない 標準偏差 1.0</p>
2案 付け根中		<p>機能的なー装飾的な</p> <p>平均値 3.2: やや機能的 標準偏差 1.2</p>	<p>重厚なー軽快な</p> <p>平均値 3.4: やや重厚な 標準偏差 1.2</p>	<p>シャープなー柔らかい</p> <p>平均値 3.2: ややシャープ 標準偏差 1.1</p>	<p>好きー嫌い</p> <p>平均値 4.2: どちらでもない 標準偏差 1.1</p>
3案 付け根大		<p>機能的なー装飾的な</p> <p>平均値 4.1: どちらでもない 標準偏差 1.6</p>	<p>重厚なー軽快な</p> <p>平均値 2.6: かなり重厚な 標準偏差 1.4</p>	<p>シャープなー柔らかい</p> <p>平均値 3.4: ややシャープ 標準偏差 1.1</p>	<p>好きー嫌い</p> <p>平均値 4.8: やや嫌い 標準偏差 1.5</p>

表 1.3.7 ブラケットデザインの評価結果 (2)

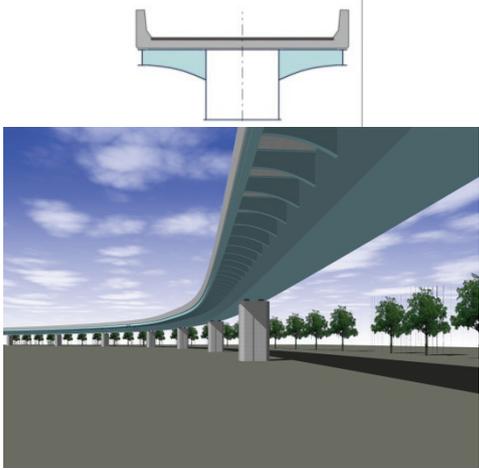
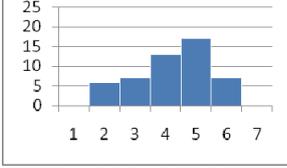
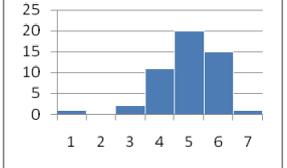
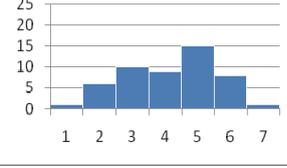
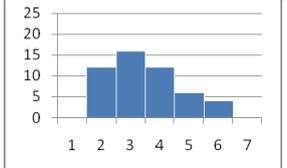
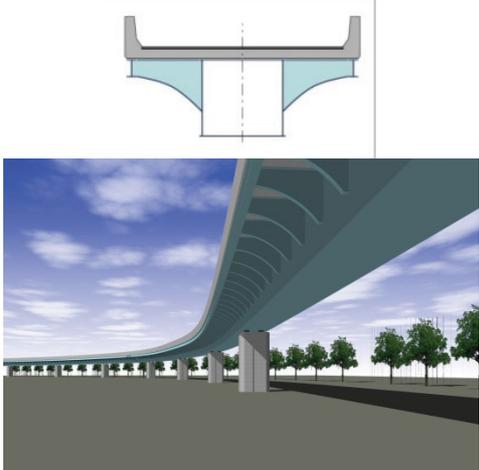
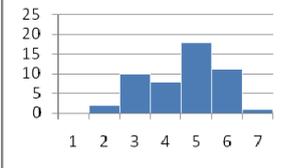
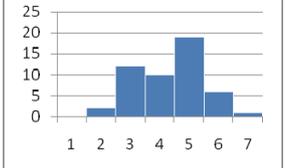
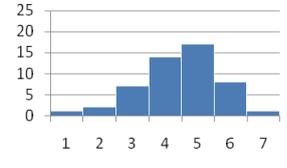
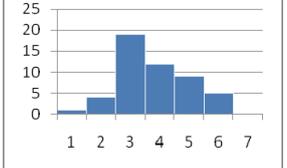
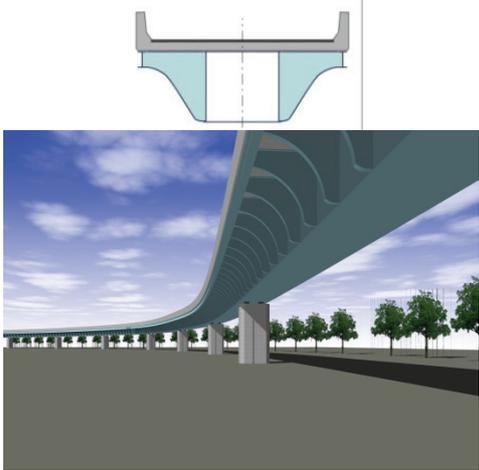
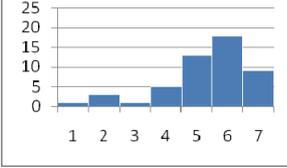
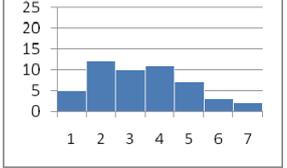
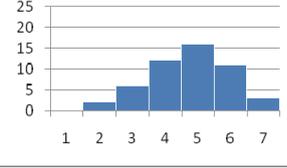
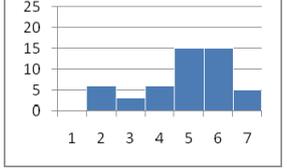
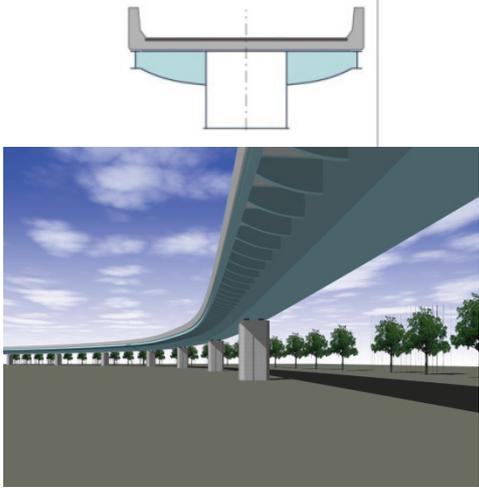
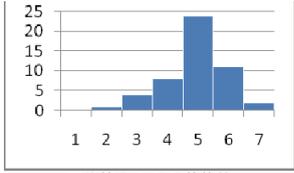
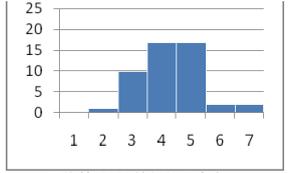
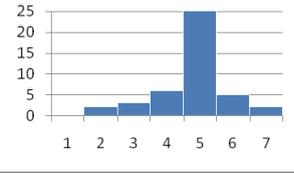
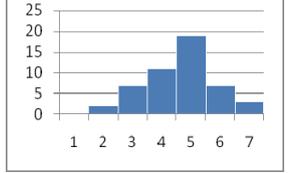
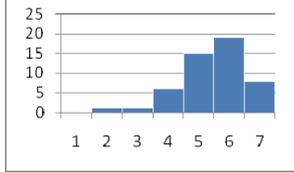
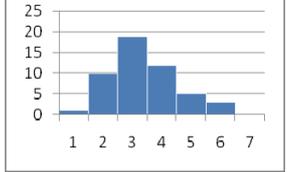
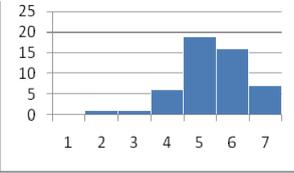
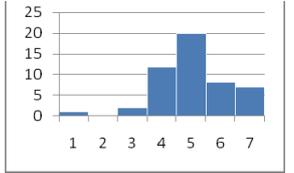
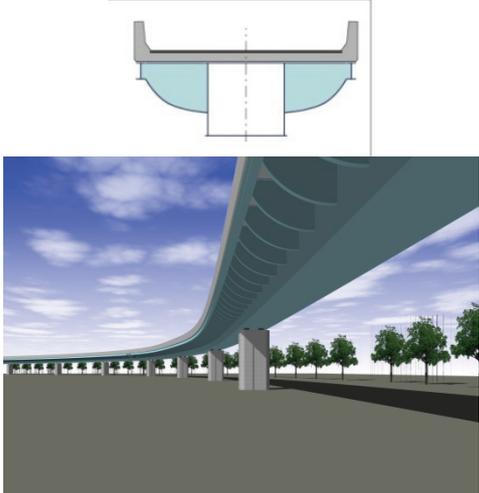
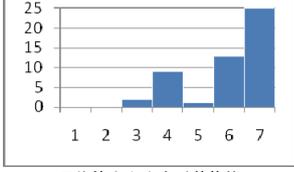
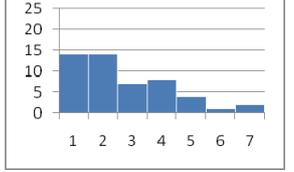
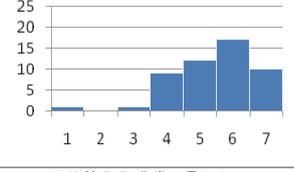
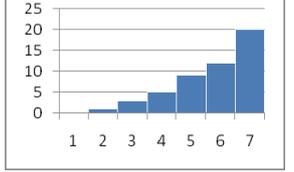
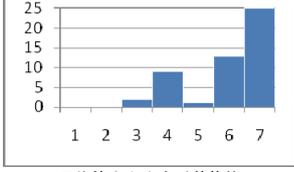
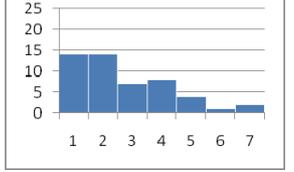
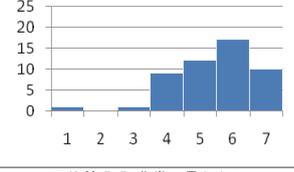
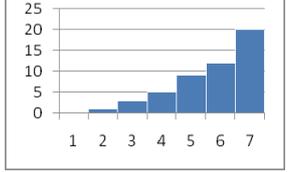
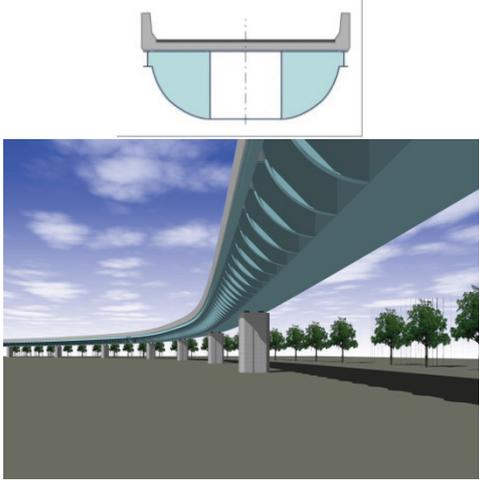
	断面図・視覚資料	印象評価			
4案 凹R		<p>機能的な-装飾的な</p>  <p>平均値 4.2: どちらでもない 標準偏差 1.2</p>	<p>重厚な-軽快な</p>  <p>平均値 4.9: かなり軽快な 標準偏差 1.2</p>		
		<p>シャープな-柔らかな</p>  <p>平均値 4.2: どちらでもない 標準偏差 1.4</p>	<p>好き-嫌い</p>  <p>平均値 3.5: やや好き 標準偏差 1.2</p>		
5案 凹R 付け根中		<p>機能的な-装飾的な</p>  <p>平均値 4.6: やや装飾的な 標準偏差 1.2</p>	<p>重厚な-軽快な</p>  <p>平均値 4.4: やや軽快な 標準偏差 1.1</p>		
		<p>シャープな-柔らかな</p>  <p>平均値 4.5: やや柔らかな 標準偏差 1.2</p>	<p>好き-嫌い</p>  <p>平均値 3.8: どちらでもない 標準偏差 1.2</p>		
6案 凹R 付け根大		<p>機能的な-装飾的な</p>  <p>平均値 5.3: かなり装飾的な 標準偏差 1.4</p>	<p>重厚な-軽快な</p>  <p>平均値 3.5: やや重厚な 標準偏差 1.6</p>		
		<p>シャープな-柔らかな</p>  <p>平均値 4.8: やや柔らかな 標準偏差 1.2</p>	<p>好き-嫌い</p>  <p>平均値 4.9: やや嫌い 標準偏差 1.2</p>		

表 1.3.8 ブラケットデザインの評価結果 (3)

	断面図・視覚資料	印象評価			
7案 凸R		<p>機能的な—装飾的な</p>  <p>平均値 5.0: やや装飾的 標準偏差 1.1</p>	<p>重厚な—軽快な</p>  <p>平均値 4.4: どちらでもない 標準偏差 1.1</p>	<p>シャープな—柔らかな</p>  <p>平均値 4.9: やや柔らかない 標準偏差 1.0</p>	<p>好き—嫌い</p>  <p>平均値 4.7: やや嫌い 標準偏差 1.2</p>
		<p>機能的な—装飾的な</p>  <p>平均値 5.5: かなり装飾的 標準偏差 1.1</p>	<p>重厚な—軽快な</p>  <p>平均値 3.5: やや重厚な 標準偏差 1.3</p>	<p>シャープな—柔らかな</p>  <p>平均値 5.4: やや柔らかない 標準偏差 1.1</p>	<p>好き—嫌い</p>  <p>平均値 5.1: やや嫌い 標準偏差 1.3</p>
8案 凸R 付け根中		<p>機能的な—装飾的な</p>  <p>平均値 6.1: かなり装飾的 標準偏差 1.3</p>	<p>重厚な—軽快な</p>  <p>平均値 2.8: かなり重厚な 標準偏差 1.8</p>	<p>シャープな—柔らかな</p>  <p>平均値 5.5: 非常に柔らかない 標準偏差 1.3</p>	<p>好き—嫌い</p>  <p>平均値 5.8: かなり嫌い 標準偏差 1.4</p>
		<p>機能的な—装飾的な</p>  <p>平均値 6.1: かなり装飾的 標準偏差 1.3</p>	<p>重厚な—軽快な</p>  <p>平均値 2.8: かなり重厚な 標準偏差 1.8</p>	<p>シャープな—柔らかな</p>  <p>平均値 5.5: 非常に柔らかない 標準偏差 1.3</p>	<p>好き—嫌い</p>  <p>平均値 5.8: かなり嫌い 標準偏差 1.4</p>
9案 凸R 付け根大					

(4)まとめ

印象評価の結果を踏まえ、4つの形容詞とブラケットデザインとの関係をまとめる。

①機能的-装飾的

図1.3.2に「機能的-装飾的」とブラケットデザインの関係図を示す。ブラケットのラインは凹Rがニュートラルで、直線になるとやや機能的、凸Rになるとやや装飾的な印象が生じている。

付け根高は高さ2/3がニュートラルで、1/3になるとやや機能的、3/3でかなり装飾的な印象が生じている。

ブラケットのウェブ面積が大きいと装飾的な印象が生じるようである。

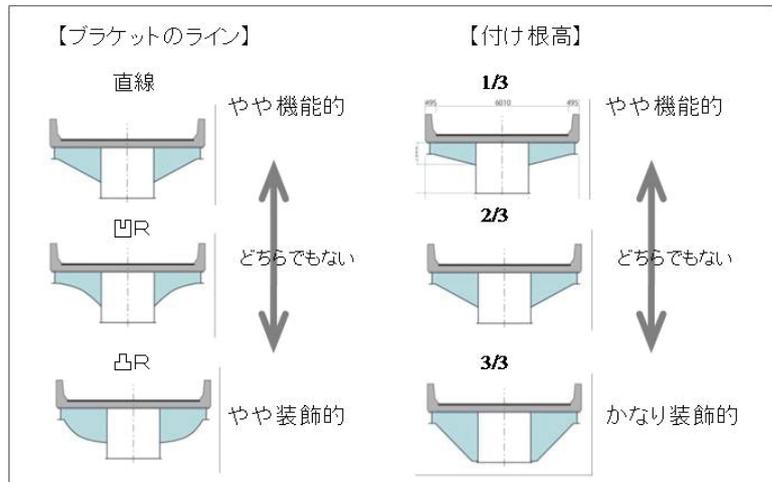


図1.3.2 「機能的-装飾的」とブラケットデザインの関係

②重厚な-軽快な

図1.3.3に「重厚な-軽快な」とブラケットデザインの関係図を示す。ブラケットのラインは、直線がニュートラルで凹Rになると軽快な、凸Rになると重厚な印象が生じている。

ブラケットのウェブ面積が大きくなるほどやや重厚な印象が生じるようである。

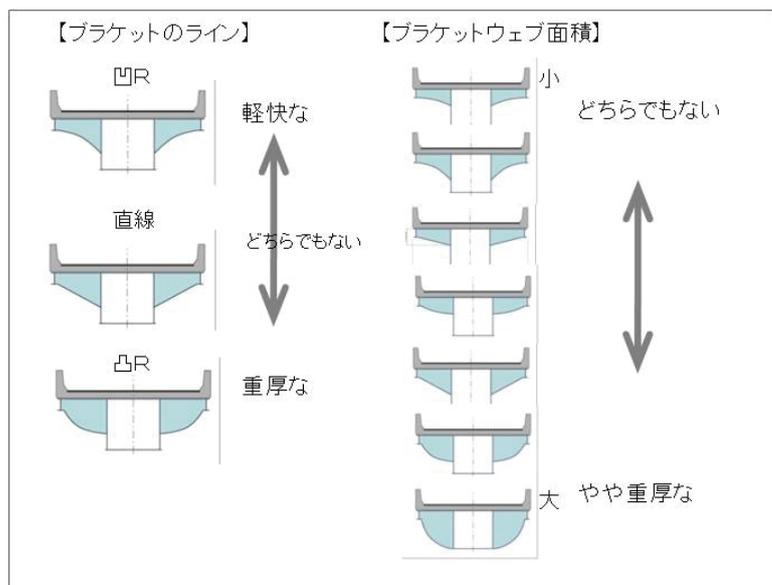


図1.3.3 「重厚な-軽快な」とブラケットデザインの関係

③シャープな-柔らかい

図1.3.4に「シャープな-柔らかい」とブラケットデザインの関係図を示す。ブラケットのラインは、凹Rがニュートラルであり、直線になるとややシャープな印象、凸Rになるとやや柔らかい印象が生じている。

凸R、凹RともRが小さくなると柔らかい印象を生じる傾向にある。

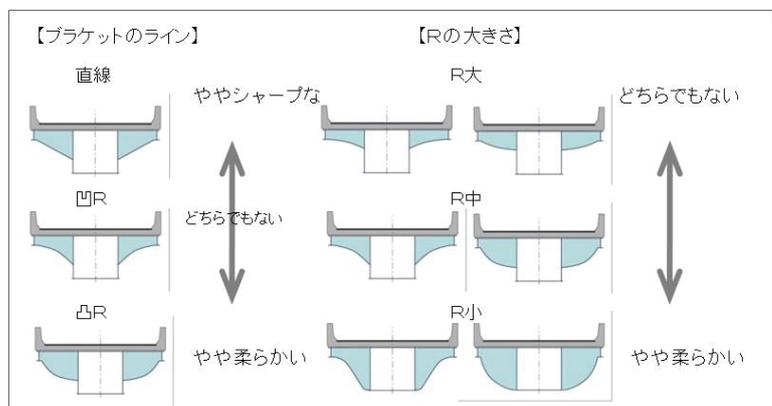


図1.3.4 「シャープな-柔らかい」とブラケットデザインの関係

④好き-嫌い

図 1.3.5 に「好き-嫌い」とブラケットデザインの関係図を示す。標準的なブラケット形状がニュートラルとなり、ウェブ面積が小さい凹Rになるとやや好きの評価となり、ウェブ面積が大きくなる凸Rになるとかなり嫌いな評価となった。

最も好きの評価が高いのは、付け根高 1.0mの凹Rであり、評価の平均は 3.5（やや好き）で 8 割がどちらでもないからかなり好きを選んでいる。評価が分かれたのは、下フランジ面が連続した付け根高 2.3mの直線案であった。重厚にならないように面の連続性を出せば好きの評価に結びつくと思われ、改善の余地がある。

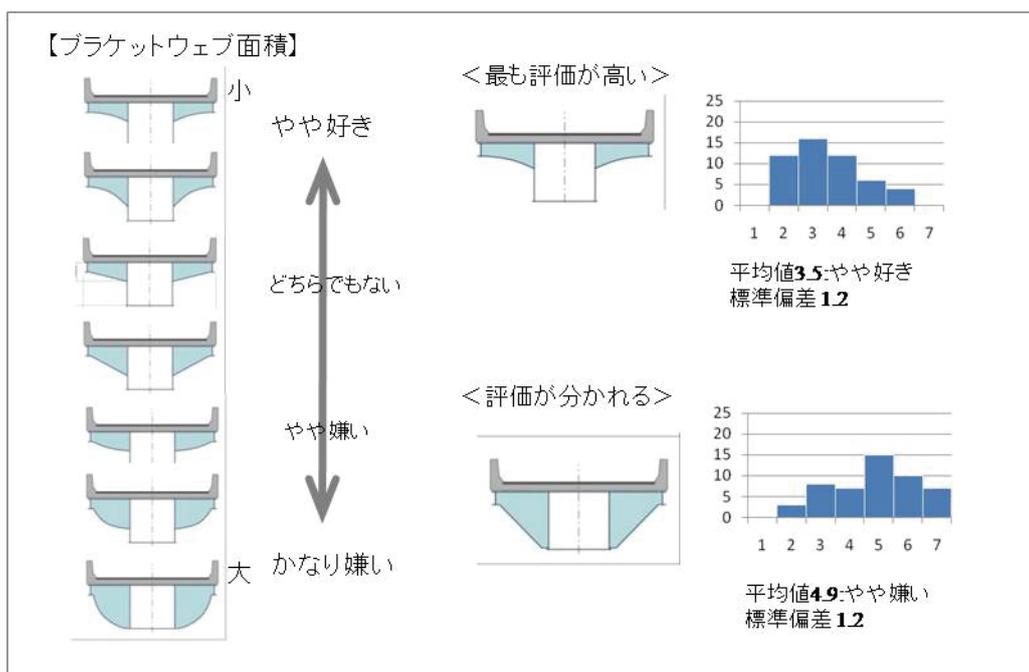


図 1.3.5 「好き-嫌い」とブラケットデザインの関係

1.3.3 ブラケット形状変化による経済性

ブラケット形状の工夫により桁橋のデザイン性の向上が可能となるが、断面形状を変えることで無駄に鋼重が増加することは好ましくない。よって、量的な把握をするために、モデルケースによる試算を行った。図1.3.5の検証の結果、ブラケットを小さくした場合は、鋼重増加が大きくなるが、ブラケットを大きくする場合は、形状変化による全体鋼重に及ぼす影響は6%程度であることが確認できた。

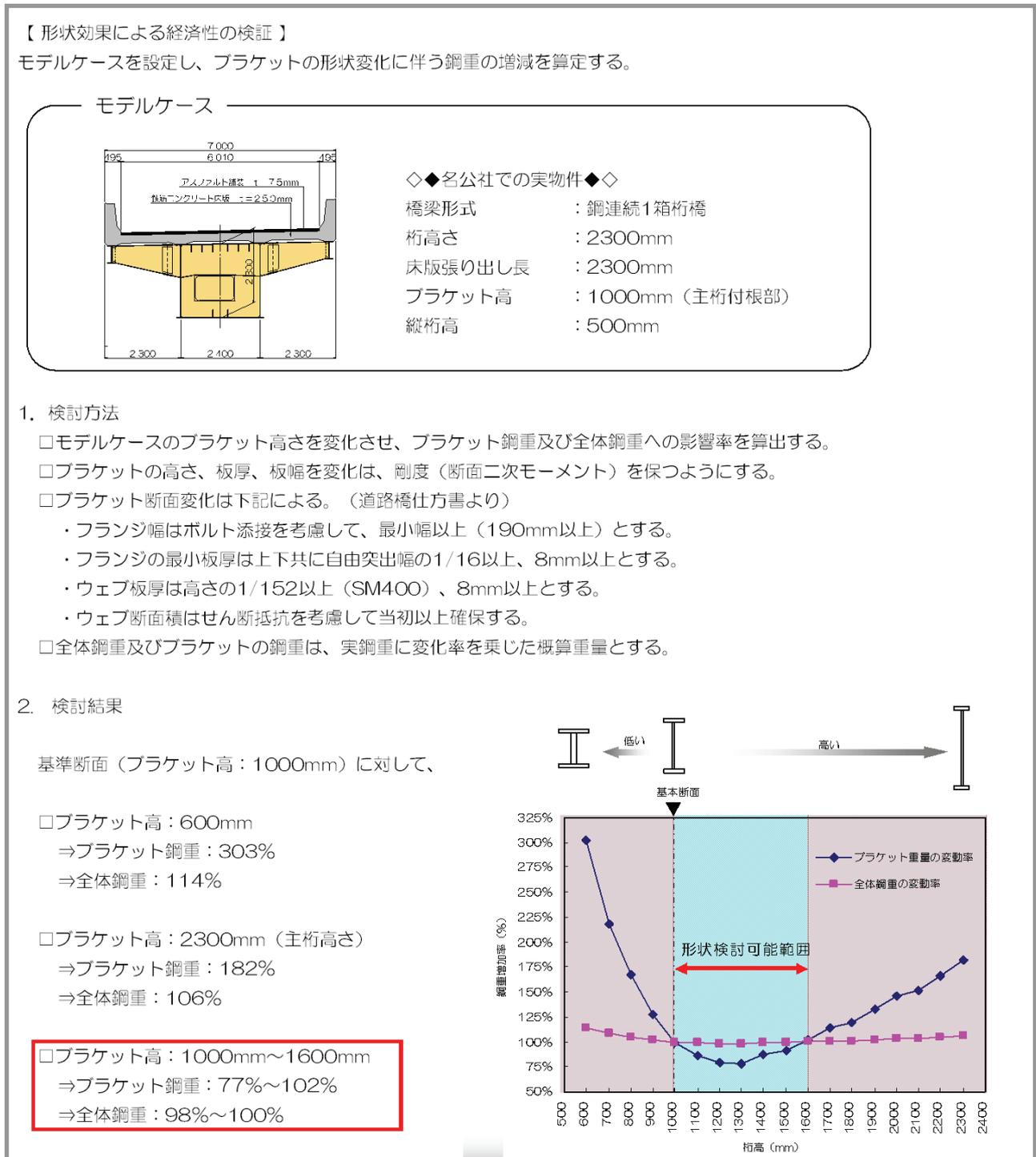


図1.3.5 ブラケットの形状効果による経済性

1.3.4 側縦桁形状の印象評価

ブラケットとともに桁橋の側面形状を構成する部材に側縦桁がある。側縦桁は、ブラケットと主桁を結ぶ部材として桁側面に設置されるため、デザイン要素としては重要な部材となる。そこで、ブラケットと合わせて側縦桁の形状効果について視覚的側面から検証するためにCGを作成し考察した。

（1）デザイン案

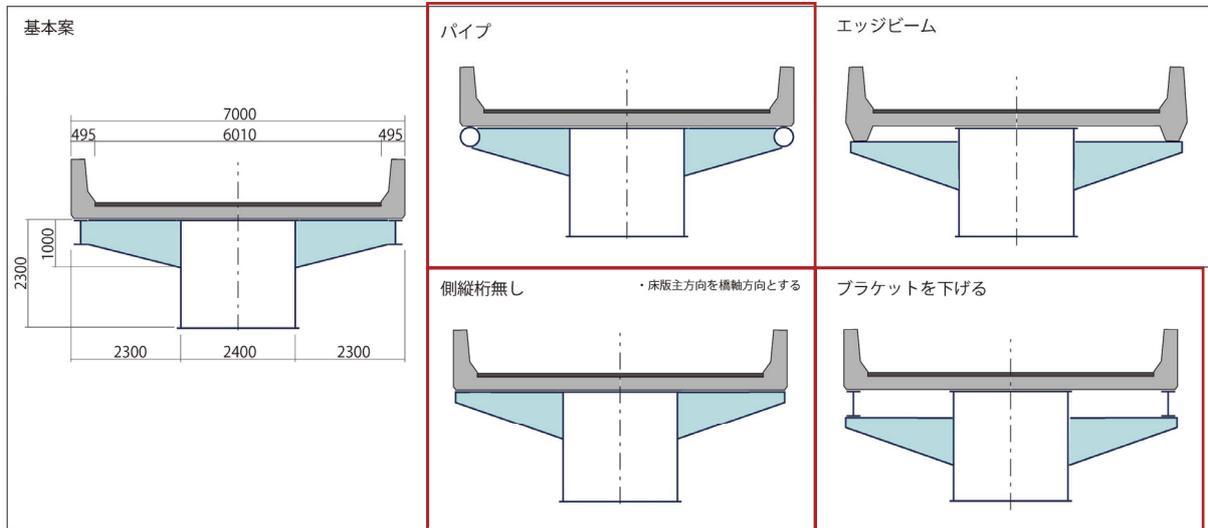
表 1.3.9 にデザイン案とその特徴を示す。

表 1.3.9 側縦桁のデザイン案(1)

ねらい	イメージ図	特徴
一般的な形式 標準案		<ul style="list-style-type: none"> 最も一般的な形状 I断面のため側面形状に凹凸が出来る。
形状の工夫① 無し案 下フランジの凹凸を無くす		<ul style="list-style-type: none"> 下フランジをウェブ位置までセットバックする。 鋼床版に用いられているため実用的。 側面形状の凹凸が無くなり、若干ではあるがすっきりする。
形状の工夫② パイプ案 鋼管を用いて簡素にする		<ul style="list-style-type: none"> 鋼管により丸みを持たせシャープエッジが無くなる。 形鋼のため合理的。 縦桁のみパイプ構造となることで孤立して印象が悪い。
構造の工夫① 縦桁を隠す		<ul style="list-style-type: none"> 縦桁をブラケット上に乗せて隠す。 コの字断面で外縁に設置して型枠兼用可。 構造検証が必要。 ブラケット端部の処理に難あり。
構造の工夫② エッジビーム案 縦桁を無くす		<ul style="list-style-type: none"> 縦桁の代わりに床版にエッジビームを設ける。 ストラット付きPC桁に用いられる形式。 構造検証が必要であるが、縦桁が無くなったためすっきりする。

以上の特徴から、さらに検討し表 1.3.10 のデザイン案を作成した。なお、エッジビームと側縦桁無し案の CG を作成したところ、その違いが認識しづらいため、エッジビーム案の CG は印象実験に用いなかった。橋梁形式は、「1.3.2 ブラケット形状の印象評価」と同じである。

表 1.3.10 側縦桁のデザイン案(2)



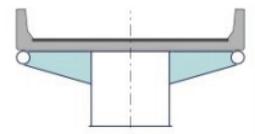
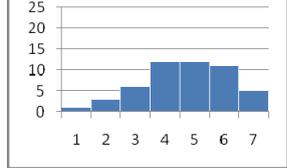
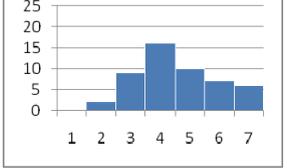
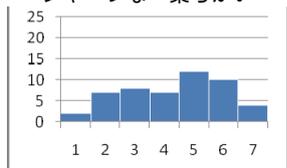
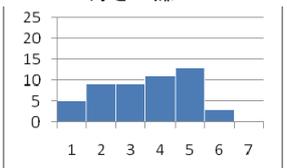
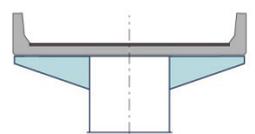
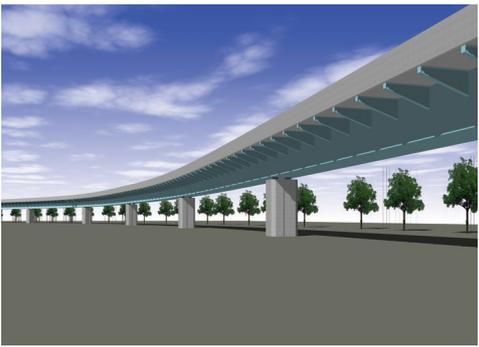
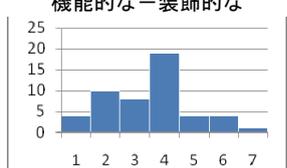
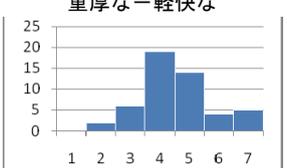
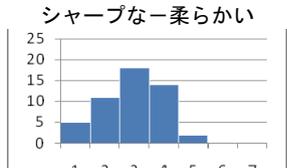
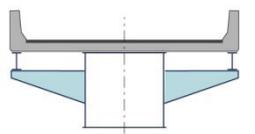
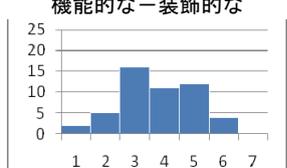
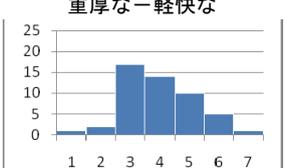
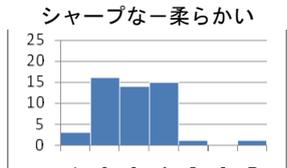
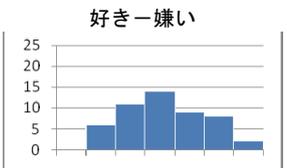
(2) 印象評価

「1.3.2 ブラケット形状の印象評価」と同じ方法で印象評価を行った。

(3) 評価結果

表 1.3.11 に視覚資料と印象評価をヒストグラムにまとめたものを示す。なお、標準案は「1.3.2 ブラケット形状の印象評価」と同じため、省略している。

表 1.3.11 側縦桁デザインの評価結果

	断面図・視覚資料	印象評価			
1案 パイプ	<p>パイプ</p>  	<p>機能的な—装飾的な</p>  <p>平均値 4.6: やや装飾的 標準偏差 1.5</p>	<p>重厚な—軽快な</p>  <p>平均値 4.5: やや軽快な 標準偏差 1.4</p>	<p>シャープな—柔らかな</p>  <p>平均値 4.3: どちらでもない 標準偏差 1.7</p>	<p>好き—嫌い</p>  <p>平均値 3.5: どちらでもない 標準偏差 1.5</p>
2案 側縦桁無し	 	<p>機能的な—装飾的な</p>  <p>平均値 3.5: どちらでもない 標準偏差 1.4</p>	<p>重厚な—軽快な</p>  <p>平均値 4.5: やや軽快な 標準偏差 1.3</p>	<p>シャープな—柔らかな</p>  <p>平均値 2.9: ややシャープな 標準偏差 1.0</p>	<p>好き—嫌い</p>  <p>平均値 4.2: どちらでもない 標準偏差 1.5</p>
3案 ブラケット下げる	 	<p>機能的な—装飾的な</p>  <p>平均値 3.7: どちらでもない 標準偏差 1.3</p>	<p>重厚な—軽快な</p>  <p>平均値 4.0: どちらでもない 標準偏差 1.2</p>	<p>シャープな—柔らかな</p>  <p>平均値 3.0: ややシャープな 標準偏差 1.1</p>	<p>好き—嫌い</p>  <p>平均値 4.1: どちらでもない 標準偏差 1.4</p>

(4)まとめ

印象評価の結果を踏まえ、4つの形容詞とブラケットデザインとの関係をまとめる。

①機能的—装飾的

バラツキが大きく、印象の違いははっきりしない。

②重厚な—軽快な

バラツキが大きく、印象の違いははっきりしない。

③シャープな—柔らかな

標準がニュートラルとなり、パイプではやや柔らかな印象、端部のエッジが見える場合は、シャープな印象が強くなる。

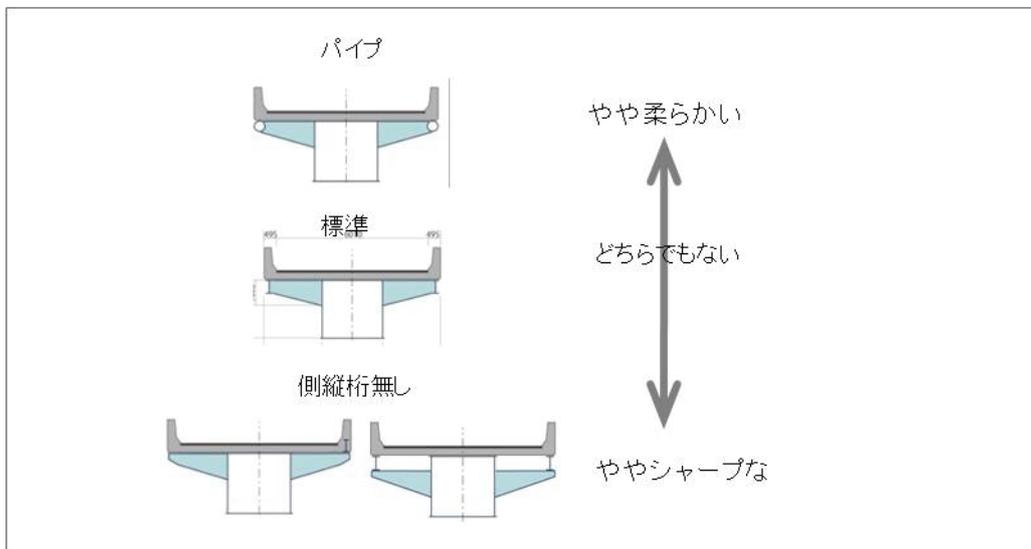


図 1.3.6 「シャープな-柔らかな」と側縦桁デザインの関係

④好き—嫌い

バラツキが大きく、印象の違いははっきりしない。

1.3.5 側縦桁を無くす工夫

（1）側縦桁が及ぼす影響

側縦桁は主桁と共に床版を支える部材であり、ブラケットとともに床組を構成し、その名称の通り桁の側面に配置され、高欄とともに橋梁側面を支配する。そのため、側面積を大きくする要因であり、存在の有無は桁橋のデザインを大きく左右する。図 1.3.7 に側縦桁の有無によるイメージ図を示す。これより、側縦桁が無ければ側面積が小さく、有る場合に比べて全体がスレンダーになり、桁橋のデザイン性の向上に繋がると思われる。

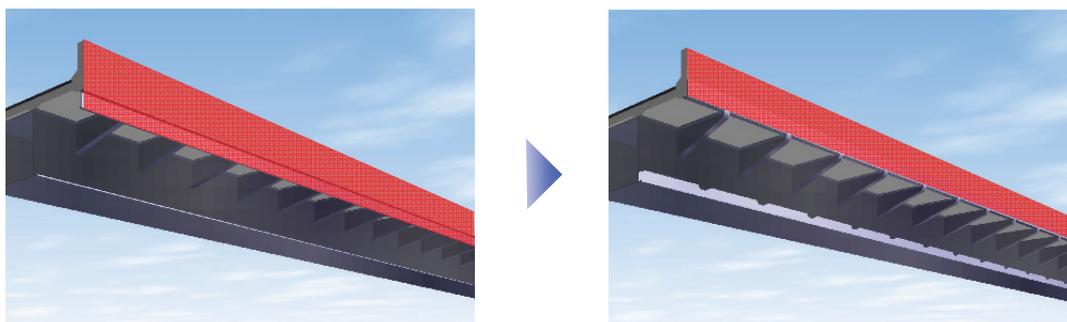


図 1.3.7 側縦桁の有無による印象の違い

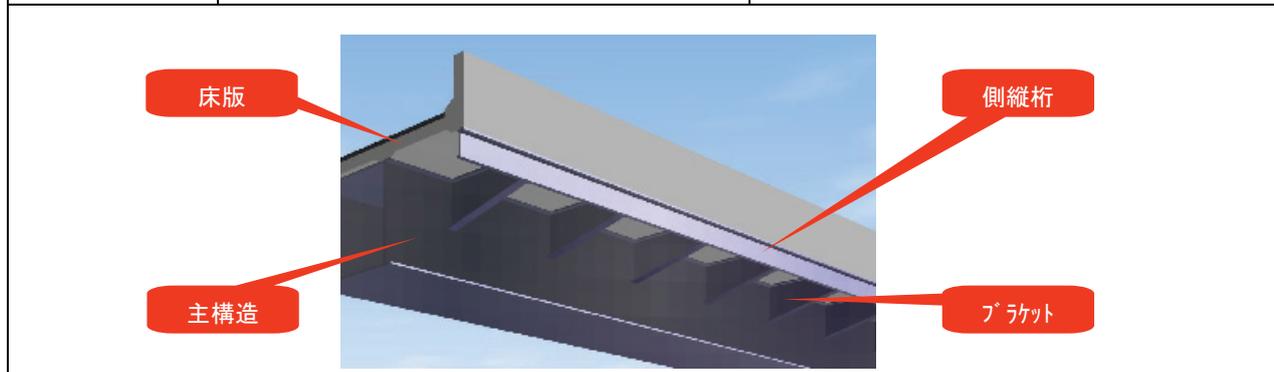
1.3.4 の印象評価の結果から、側縦桁自体の形状の工夫は、「シャープな-柔らかい」の印象に影響し、側縦桁の見えず端部のエッジが見える場合は、シャープな印象が強くなることがわかった。そこで、ここでは、側縦桁を無くすための手法について考察する。

（2）側縦桁の役割

側縦桁は、主構造とともに床版からの荷重（活荷重・死荷重）を支える部材であり、ブラケットにより主構造と繋げることで床組みを構成する。部材の役割を表 1.3.12 に示す。

表 1.3.12 部材の役割

部 位	役 割	部材性能
床 版	活荷重を直接支持する。	主構造・側縦桁を支点とした版構造
主 構 造	床版から荷重を受け支承へ伝達する。	支承を支点とした梁構造
側 縦 桁	床版からの荷重を受ける。	ブラケットを支点とした梁構造
ブ ラ ケ ッ ト	側縦桁の荷重を受け主構造へ伝達する。	主構造を支点とした梁構造



(3) 側縦桁を無くす方法

側縦桁は、主構造とともに床版からの荷重を受ける部材であり、ブラケットにより主桁に接続することで、主構造で足りない床版の支点を補助する（追加する）役割を持つ。また、床版は一般的には橋軸直角方向を主方向として設計されるため、主鉄筋またはPCケーブルは主桁直角方向に配置されている。そのため、側縦桁が無くなると床版の支点が減ることになり、床版自体の耐荷力を上げる必要がある。以上より、床組みの部材配置は床版の支持条件により決定されるため、それを工夫すれば、部材の省略が可能となる。

そこで、床版主方向を橋軸方向に変え、ブラケットで床版を支持する構造にしてみる。すると、側縦桁の存在意義は無くなるため、省略が可能となり、効率性の高い構造形式となる。

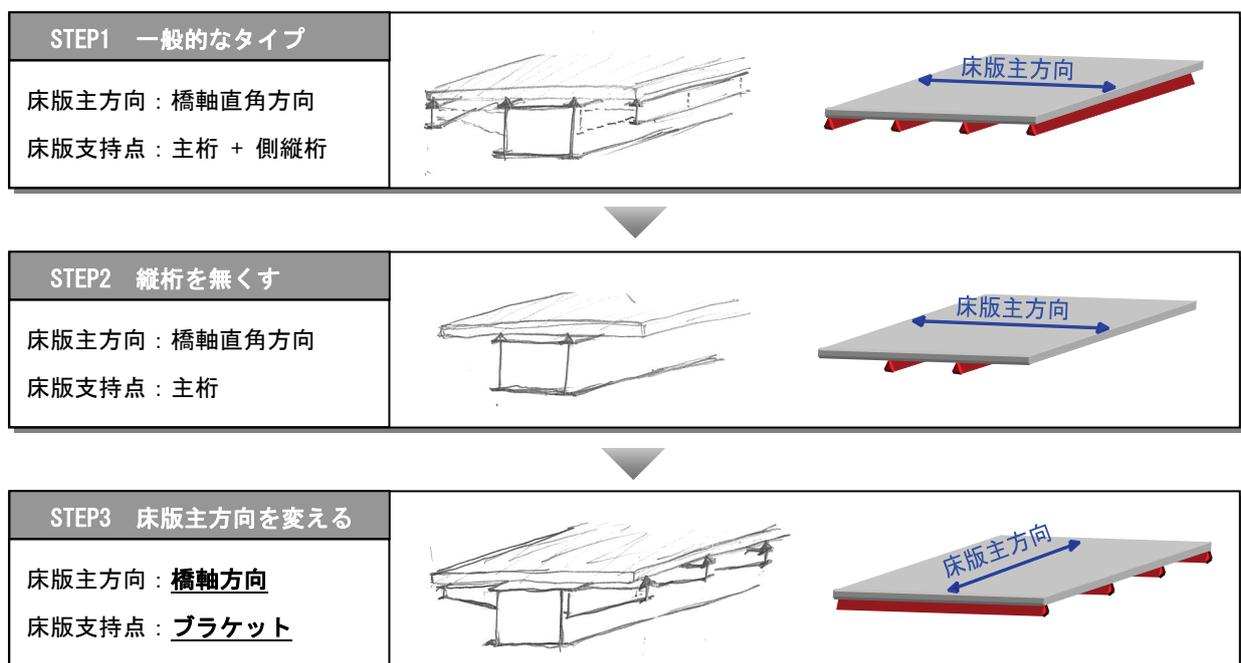


図 1.3.8 側縦桁を無くす方法

（4）3Eでの優位性

床版主方向を変えることでのメリット・デメリットを以下に整理する。

① Efficiency（効率性）

メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> 側縦桁の省略が可能となる。 主桁配置は床版支間が支配的であるため、床版主方向を変えることで主桁本数の削減が可能。 横桁・ブラケットの間隔が狭まることで、主桁フランジのコンパクト化が可能となる。（固定点間距離が狭まり、許容応力の低減が緩和される） 合成桁とした場合、床版の主鋼材が主桁作用の一部として働き、主桁のコンパクト化が可能となる。（通常は、床版の配力鉄筋（＜主鉄筋）が働く） 	<ul style="list-style-type: none"> 横桁・ブラケット本数が増える。（※1） 床版支間方向と車両進行方向が平行となるため、床版設計の曲げモーメントが大きくなる。（※2）

② Economy（経済性）

メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> 側縦桁、主桁などの主要部材の削減が可能となる。 主桁断面のコンパクト化が図れる。 	<ul style="list-style-type: none"> 横桁・ブラケット本数が増える。（※1） 床版が増厚する。（※3）

③ Elegance（優美性）

メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> 主要部材の削減により桁下がスッキリする。 側面積が小さくなることで、スレンダーになる。 	<ul style="list-style-type: none"> ブラケット端部が規則的に側面に見える。（※4）

以上より、効率性、経済性に関しては、試設計による最適解を求める必要はあるが、メリットが全て発揮されれば、優れた構造形式となる可能性は高い。また、優美性に関しては、側縦桁の省略による側面積の減少により橋梁がスレンダーになり、ブラケット端部の見せ方によってはメリットとなり得るため優位性があるといえる。なお、以下にデメリットを克服するための方策案を示す。

■デメリットを克服するための方策案

<p>（※1）床版支間を 4.0m（道示での最大長）として部材を削減する。</p> <p>（※2）（※3）合成床版、PC 床版などの剛性の高い床版を採用し、床版厚の増大を防ぐ。</p> <p>（※4）-1 ブラケット端部が見えないように隠す。</p> <p>（※4）-2 ブラケット端部に R 処理を施し、見え方に配慮する。</p>
--

（5）事例の紹介

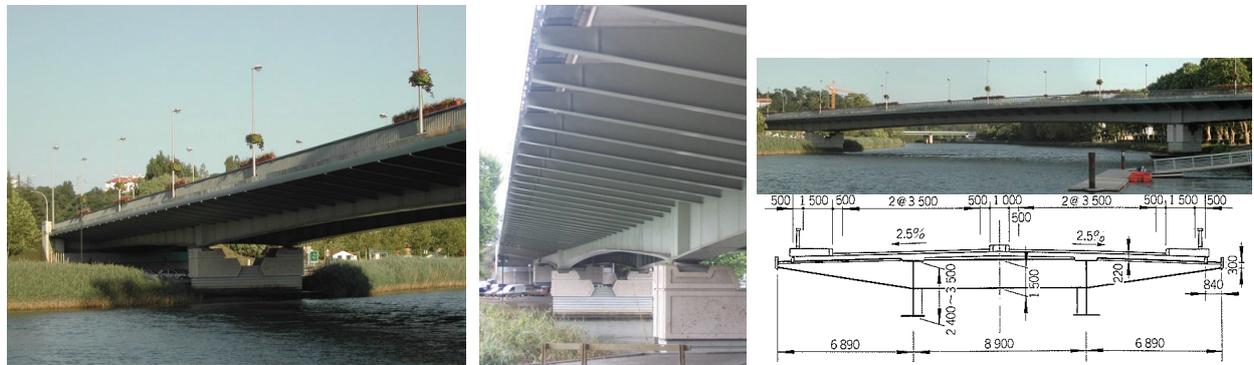
床版主方向を橋軸方向とした事例を表 1.3.13～1.3.14 に示す。

表 1.3.13 床版主方向を橋軸方向とした事例(1)

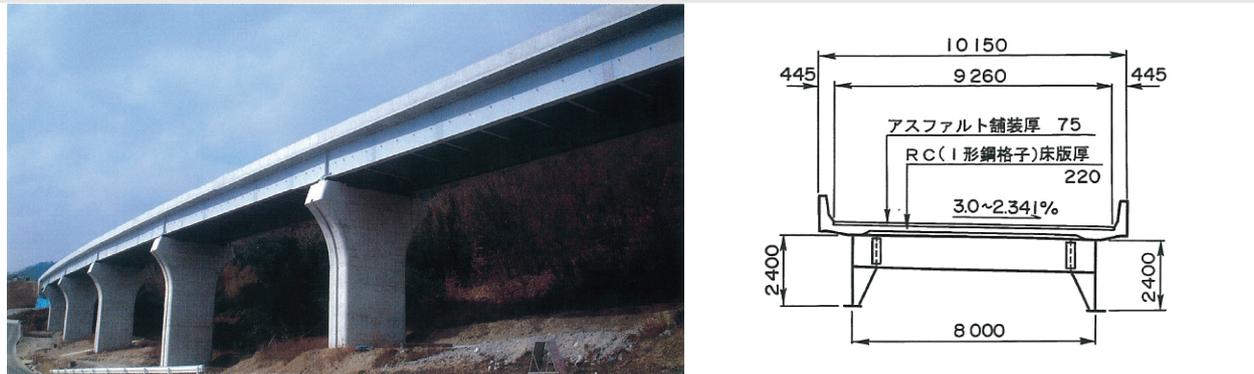
Viaduc de la Planchette／フランス／橋長：221m／総幅員：23.5m



Labourd Bridge／フランス／橋長：268.18m／総幅員：21.000m



高松川橋／日本／広島県／橋長：450.0m／総幅員：10.150m



東大橋／日本／岩手県／橋長：450.1m／総幅員：14.000m

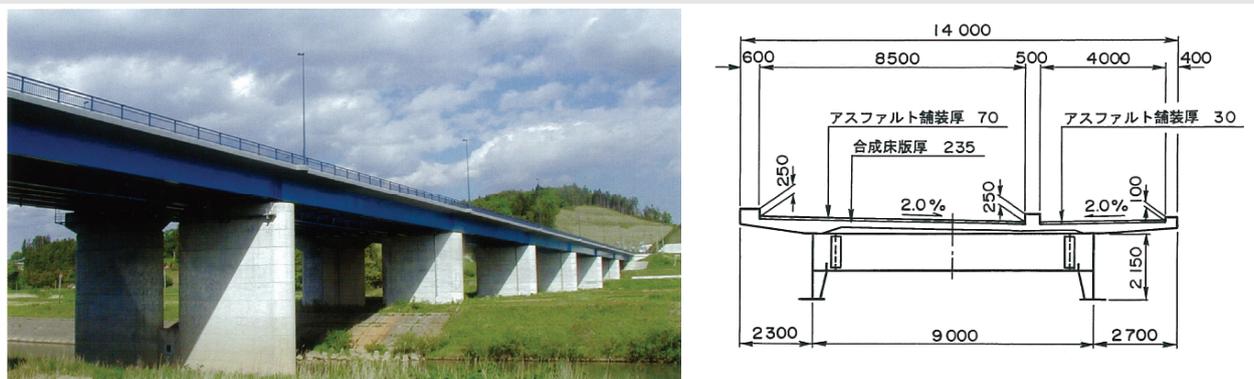
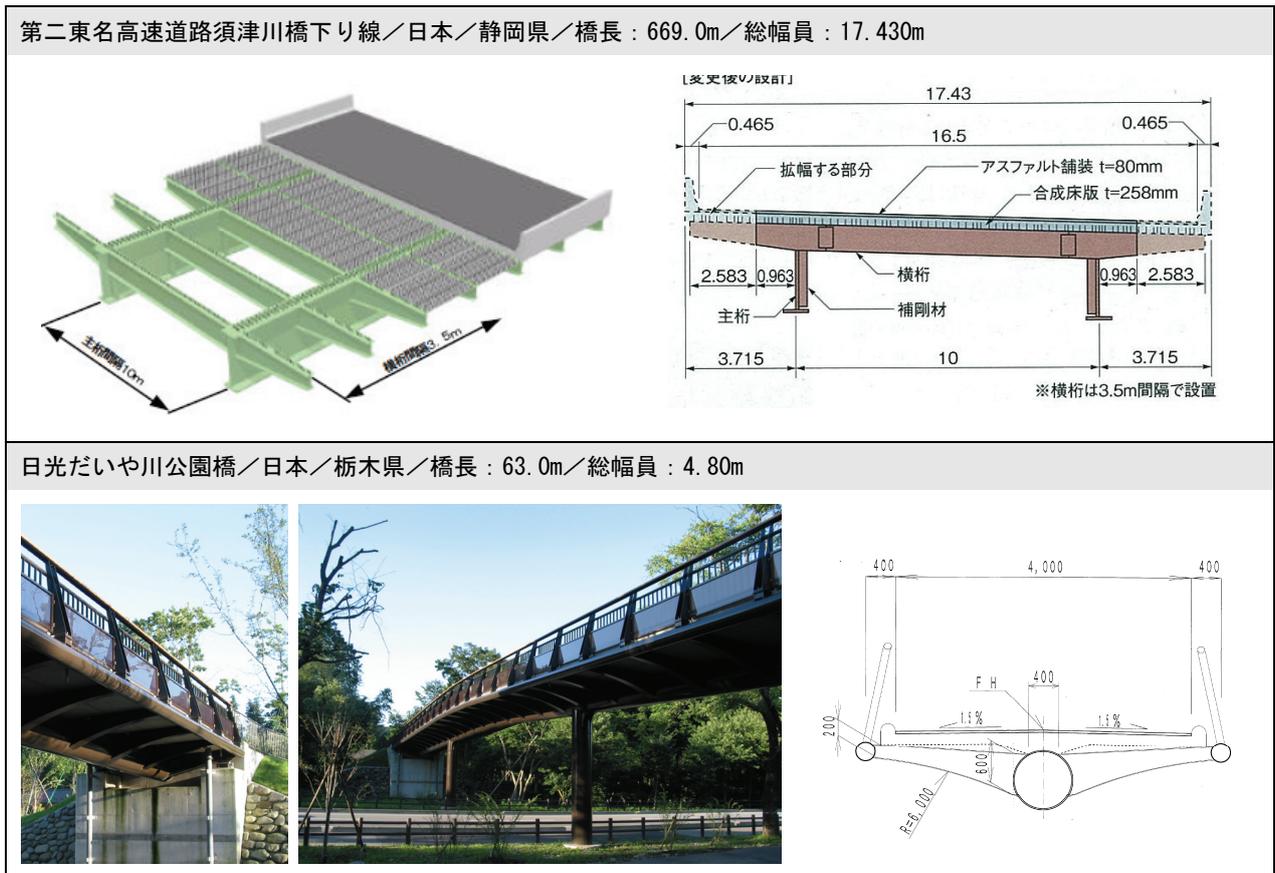


表 1.3.14 床版主方向を橋軸方向とした事例(2)



1.3.6 まとめ

桁橋の印象はブラケット形状により異なることが分かった。主桁に対してすっきりとした印象となる凹R加工が好ましい結果であり、事例においても多い傾向にあった。これは、主桁に対して適度な存在感と形状により全体的にスリムな印象が向上することに繋がるためであると思われ、デザイン性を向上させる手法としては有効であると言える。また、面的要素しかない桁橋の側面にリズム感を与えることが出来ることもわかった。

側縦桁のデザインは、側縦桁を無くすことが橋梁全体の形状がすっきり見えることがわかり、床版の支持方式を工夫することで、側縦桁の省略が可能となり、桁橋のデザイン性の向上への足掛かりになった。

なお、モデルケースによる経済性の観点からはブラケット形状を無駄に大きくすることでの全体への影響は6%程度の影響があり、経済性に加え、構造的性、景観性の観点からも有効でないことが言えるため、実際の設計に際しては、大きなブラケットによる支持、床版支持方式を変更することによる床版間隔に影響されない主桁配置により、主桁本数の削減につながるような構造的な工夫や、鋼重増加の影響に注意が必要である。

1.4 下フランジのデザイン

鋼桁橋では、下フランジのデザインの工夫により大きく印象が異なる場合がある。ここでは、下フランジのデザイン事例調査を行い、景観面に優れる下フランジ形状の提案を行った。

1.4.1 下フランジの事例調査

（1）箱桁

鋼箱桁端の下フランジのデザイン工夫事例を表 1.4.1 から 1.4.4 に示す。R加工や張出しを短くする等、フランジを目立たなくした事例が多い。

表 1.4.1 鋼箱桁下フランジのデザイン事例(1)

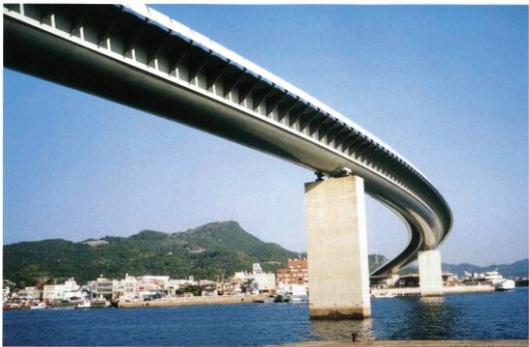
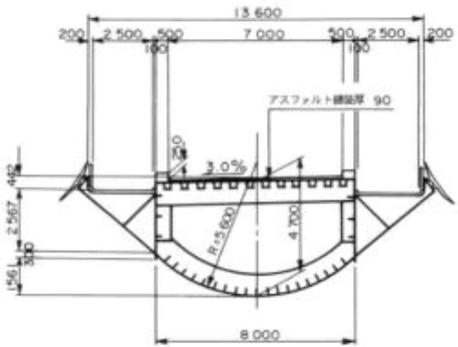
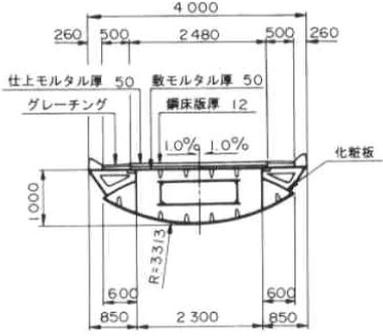
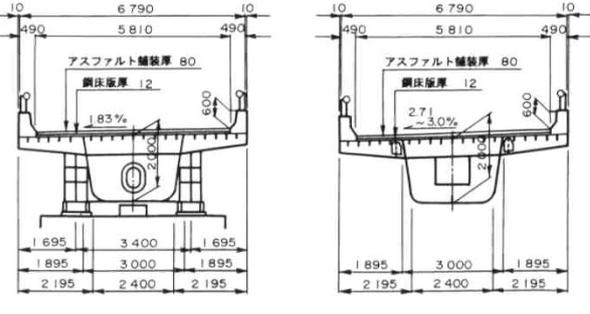
<p>全体R加工／牛深ハイヤ</p> 	<p>断面図</p> 
<p>全体R加工／鷹野橋歩道橋</p> 	<p>断面図</p> 
<p>R加工／第2小浜橋</p> 	<p>断面図</p> 

表 1.4.2 鋼箱桁下フランジのデザイン事例(2)

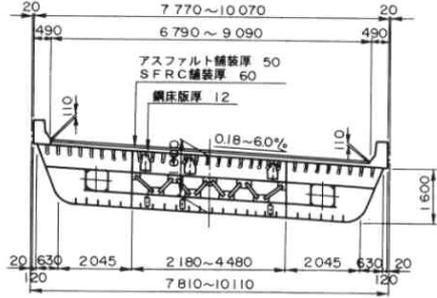
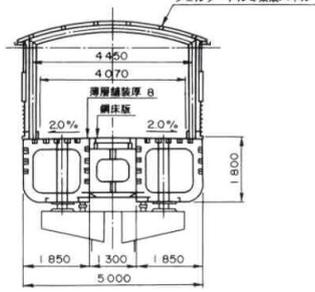
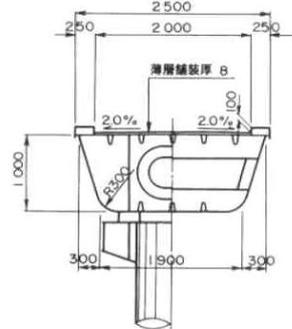
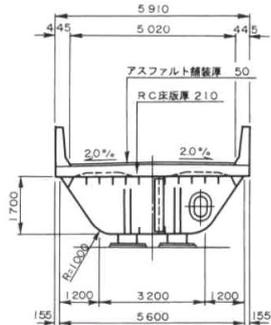
<p>R加工／金沢森本IC Cランプ橋</p> 	<p>断面図</p> 
<p>R加工／りふれはし</p> 	<p>断面図</p> 
<p>R加工／西路見横断歩道橋</p> 	<p>断面図</p> 
<p>R加工／上ヶ山第一橋</p> 	<p>断面図</p> 

表 1.4.3 鋼箱桁下フランジのデザイン事例(3)

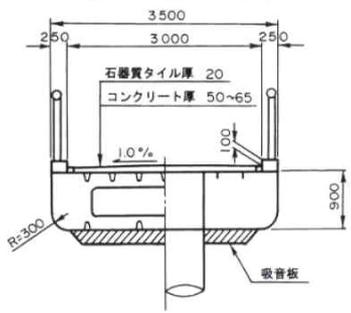
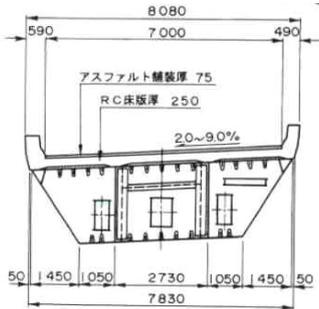
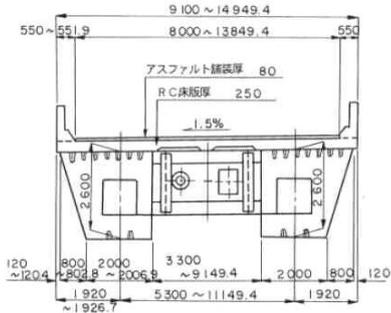
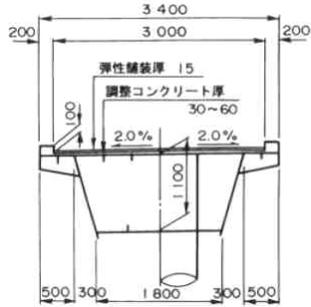
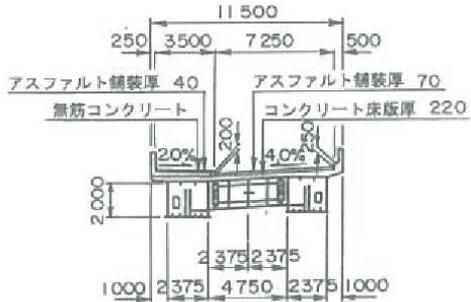
<p>R加工／海老名北 JCT Cランプ橋第一橋</p> 	<p>断面図</p> 
<p>R加工／引野口歩道橋（I期）</p> 	<p>断面図</p> 
<p>R加工／上古川歩道橋</p> 	<p>断面図</p> 

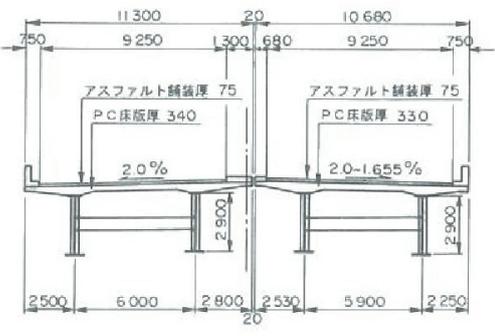
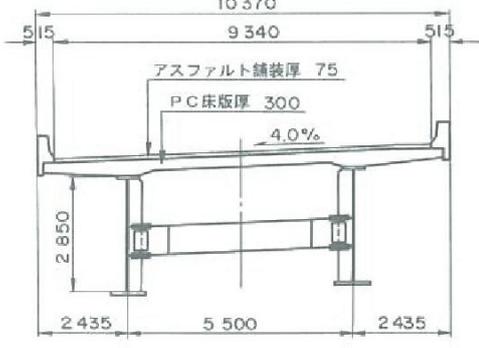
表 1.4.4 鋼箱桁下フランジのデザイン事例(4)

<p>張出し小／つくば JCT H2 ランプ橋</p> 	<p>断面図</p> 
<p>張出し小／第109工区(愛宕～姪浜)高架橋(その9)</p> 	<p>断面図</p> 
<p>張出し無し (WEB を下側に突出)／サライズブリッジ</p> 	<p>断面図</p> 
<p>通常／津島大橋</p> 	<p>断面図</p> 

（2） 鈹桁

鈹桁下フランジのデザイン工夫事例は見つからなかった。一般的な下フランジを表 1.4.5 に示す。

表 1.4.5 鋼鈹桁下フランジの事例

通常／今井高架橋	断面図
	 <p>断面図</p> <p>11300, 20, 10680, 750, 9250, 1300, 680, 9250, 750</p> <p>アスファルト舗装厚 75, P.C床版厚 340, 2.0%, 2.0-1.65%</p> <p>2500, 6000, 2800, 2530, 5900, 2250, 2900, 2900</p>
<p>通常／中谷川橋</p> 	 <p>断面図</p> <p>10370, 515, 9340, 515</p> <p>アスファルト舗装厚 75, P.C床版厚 300, 4.0%</p> <p>2850, 2435, 5500, 2435</p>

1.4.2 箱桁 WEB 傾斜とエッジ処理の印象評価

(1) デザイン案

事例調査を踏まえ、表 1.4.6 に示す箱桁 WEB 傾斜とエッジ処理のデザイン案を作成した。WEB 傾斜は鉛直の矩形断面、傾きの小さい台形断面、傾きの大きい扁平台形の3種類。エッジ処理は通常のフランジが突出している案、突出のないシャープエッジ案、WEB面が突出する案、Rをつけた案ではRの小、中、大の合計6タイプとした。CGを作成して通常案との違いの分けにくいと判断したシャープエッジとWEB突出は削除した。同様にRの大きさに違いは認識しにくいため中R案のみを選定した。

表 1.4.6 箱桁 WEB 傾斜とエッジ処理のデザイン

	フランジ突出 (通常)	シャープエッジ	WEB 突出
矩形断面			
台形断面			
扁平台形			
	小 R	中 R	大 R
矩形断面			
台形断面			
扁平台形			

（2）印象評価

「1.3.2 ブラケット形状の印象評価」と同じ方法で印象評価を行った。

（3）評価結果

表 1.4.7 と 1.4.8 に視覚資料と印象評価をヒストグラムにまとめたものを示す。

表 1.4.7 箱桁WEB 傾斜とエッジ処理の評価結果（1）

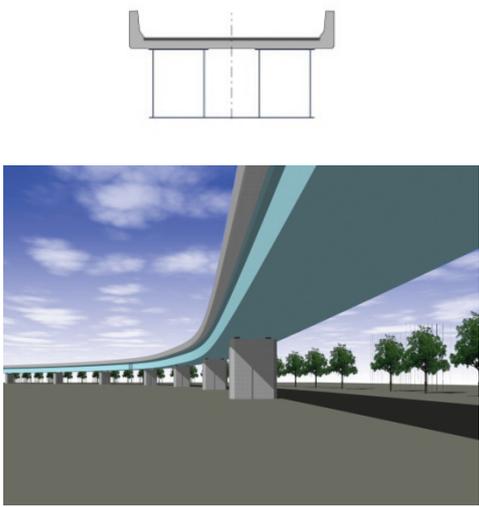
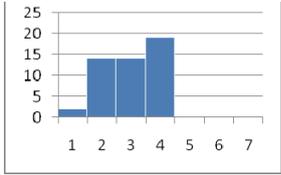
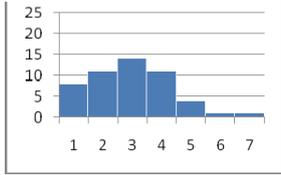
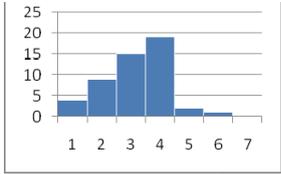
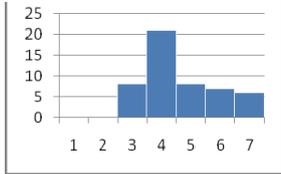
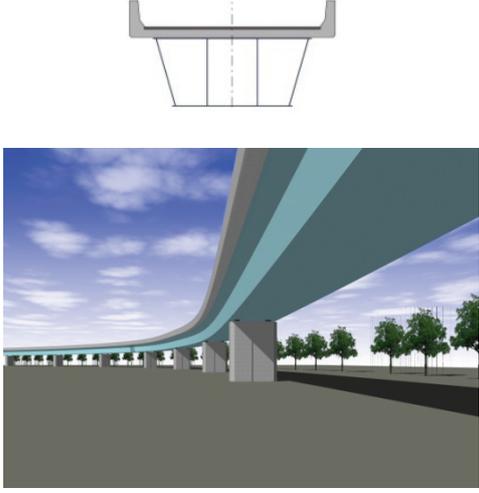
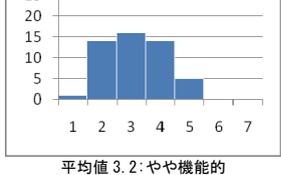
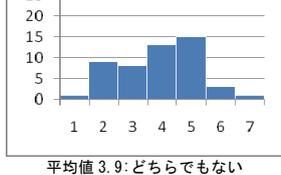
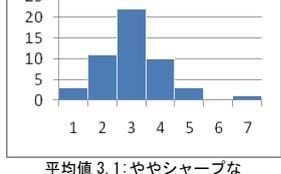
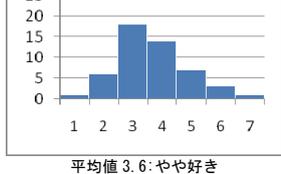
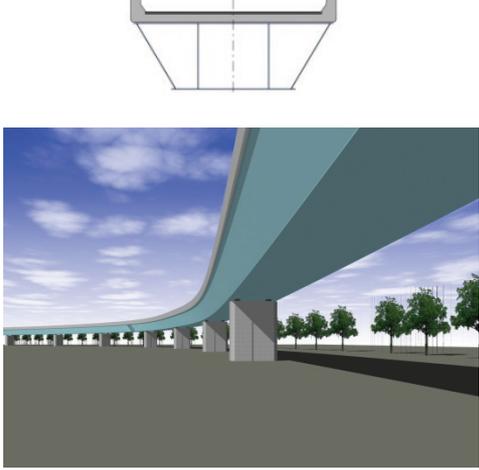
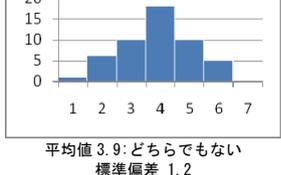
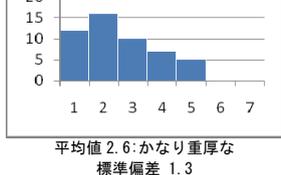
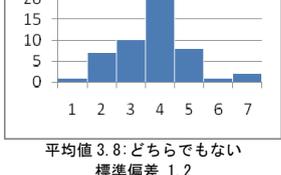
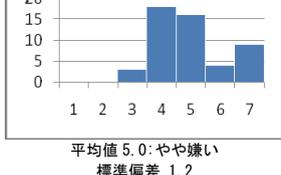
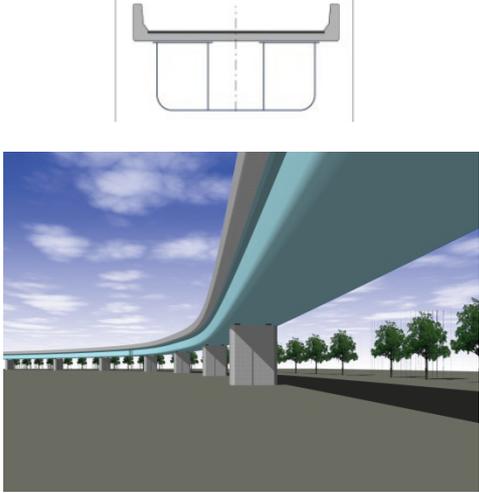
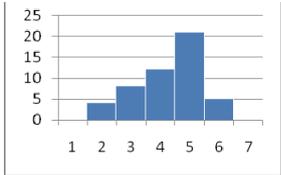
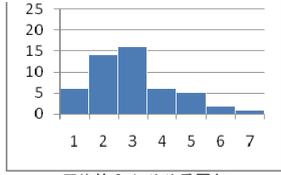
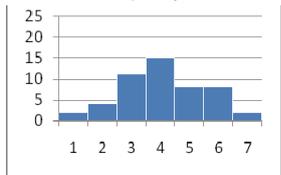
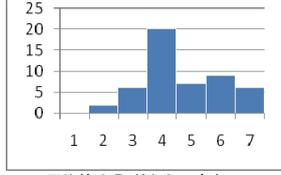
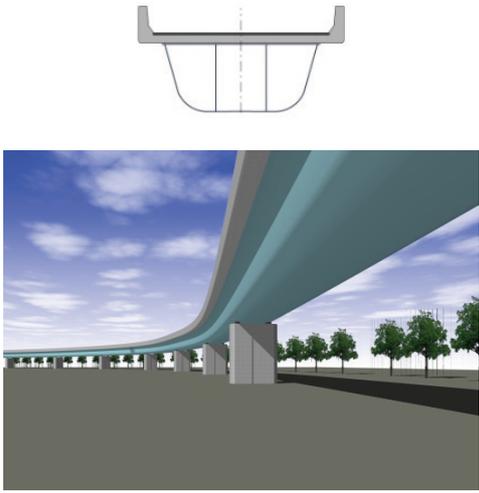
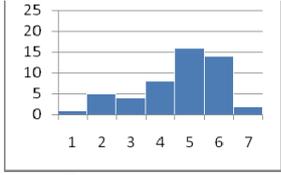
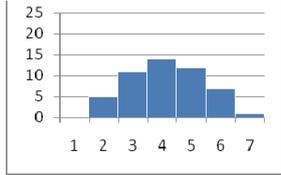
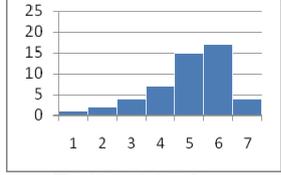
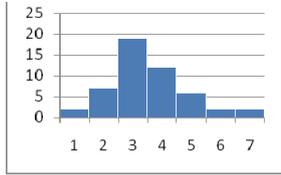
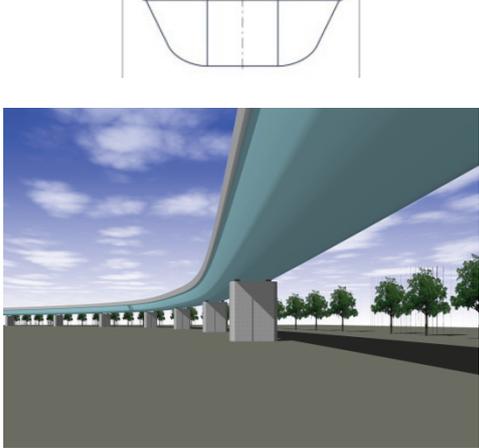
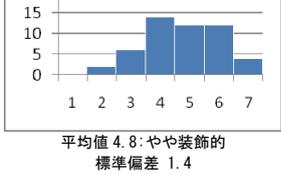
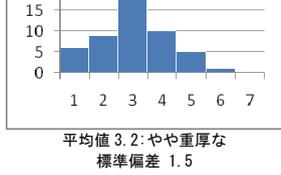
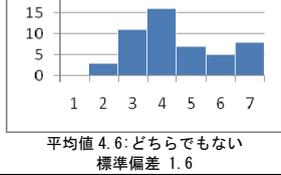
	断面図・視覚資料	印象評価			
1案 矩形 通常		<p>機能的な—装飾的な</p>  <p>平均値 3.0: やや機能的 標準偏差 1.0</p>	<p>重厚な—軽快な</p>  <p>平均値 2.9: やや重厚な 標準偏差 1.4</p>	<p>シャープな—柔らかな</p>  <p>平均値 3.1: ややシャープな 標準偏差 1.1</p>	<p>好き—嫌い</p>  <p>平均値 4.6: どちらでもない 標準偏差 1.3</p>
2案 逆台形 通常		<p>機能的な—装飾的な</p>  <p>平均値 3.2: やや機能的 標準偏差 1.0</p>	<p>重厚な—軽快な</p>  <p>平均値 3.9: どちらでもない 標準偏差 1.3</p>	<p>シャープな—柔らかな</p>  <p>平均値 3.1: ややシャープな 標準偏差 1.1</p>	<p>好き—嫌い</p>  <p>平均値 3.6: やや好き 標準偏差 1.2</p>
3案 扁平台形 通常		<p>機能的な—装飾的な</p>  <p>平均値 3.9: どちらでもない 標準偏差 1.2</p>	<p>重厚な—軽快な</p>  <p>平均値 2.6: かなり重厚な 標準偏差 1.3</p>	<p>シャープな—柔らかな</p>  <p>平均値 3.8: どちらでもない 標準偏差 1.2</p>	<p>好き—嫌い</p>  <p>平均値 5.0: やや嫌い 標準偏差 1.2</p>

表 1.4.8 箱桁 WEB 傾斜とエッジ処理の評価結果 (2)

	断面図・視覚資料	印象評価			
4案 矩形 中R		<p>機能的な-装飾的な</p>  <p>平均値 4.3: やや装飾的 標準偏差 1.1</p>	<p>重厚な-軽快な</p>  <p>平均値 3.1: やや重厚な 標準偏差 1.5</p>	<p>シャープな-柔らかい</p>  <p>平均値 4.1: どちらでもない 標準偏差 1.5</p>	<p>好き-嫌い</p>  <p>平均値 4.7: どちらでもない 標準偏差 1.3</p>
5案 台形 中R		<p>機能的な-装飾的な</p>  <p>平均値 4.7: やや装飾的 標準偏差 1.5</p>	<p>重厚な-軽快な</p>  <p>平均値 4.2: どちらでもない 標準偏差 1.4</p>	<p>シャープな-柔らかい</p>  <p>平均値 5.1: やや柔らかい 標準偏差 1.4</p>	<p>好き-嫌い</p>  <p>平均値 3.6: やや好き 標準偏差 1.5</p>
6案 扁平台形 中R		<p>機能的な-装飾的な</p>  <p>平均値 4.8: やや装飾的 標準偏差 1.4</p>	<p>重厚な-軽快な</p>  <p>平均値 3.2: やや重厚な 標準偏差 1.5</p>	<p>シャープな-柔らかい</p>  <p>平均値 5.3: やや柔らかい 標準偏差 1.1</p>	<p>好き-嫌い</p>  <p>平均値 4.6: どちらでもない 標準偏差 1.6</p>

（4）まとめ

①機能的-装飾的

図 1.4.1 に「機能的-装飾的」と箱桁 WEB 傾斜とエッジ処理の関係図を示す。台形断面がニュートラルとなり、矩形断面と扁平台形のフランジ突出がやや機能的、エッジRはやや装飾的な印象を受ける傾向がある。

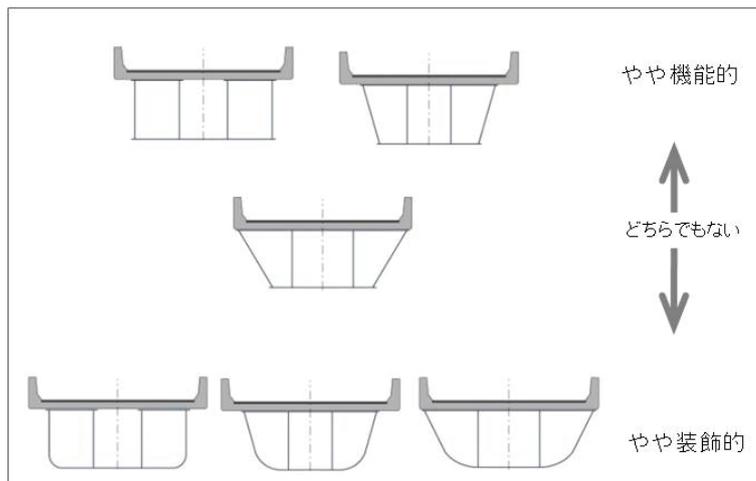


図 1.4.1 「機能的-装飾的」と箱桁 WEB 傾斜とエッジ処理の関係

②重厚な-軽快な

図 1.4.2 に「重厚な-軽快な」と箱桁 WEB 傾斜とエッジ処理の関係図を示す。エッジ処理に関わらず、台形断面がニュートラルであり、矩形断面、扁平台面になるにしたがい、重厚な印象が生じている結果となった。

これは、橋軸方向から見上げる視点では、エッジRの有無にかかわらず、扁平台形は側面がかなり広く見えたためと考えられる。矩形断面では、逆に下面が広く見えるため、やや重厚な印象を受けたと考えられる。その中間が台形断面だったのであろう。

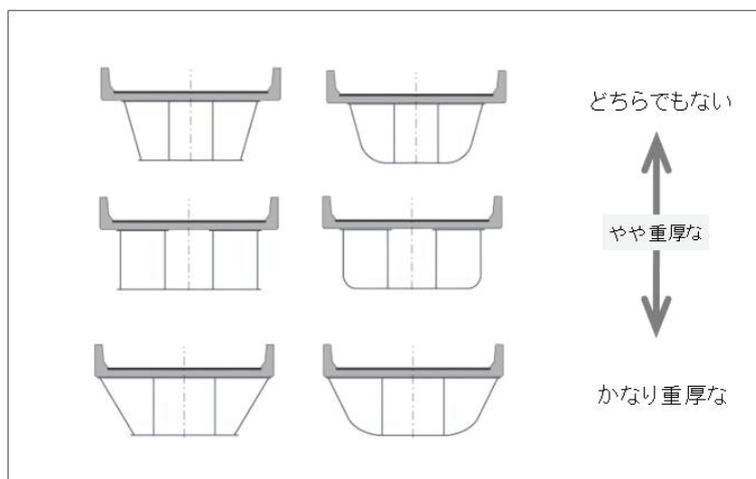


図 1.4.2 「重厚な-軽快な」と箱桁 WEB 傾斜とエッジ処理の関係

③シャープな-柔らかい

図 1.4.3 に「シャープな-柔らかい」と箱桁 WEB 傾斜とエッジ処理の関係図を示す。扁平台形フランジ突出および矩形断面R処理がニュートラルとなり、矩形断面および台形断面のフランジ突出がややシャープな印象、台形断面および扁平台形のR処理でやや柔らかい印象が生じている。

エッジがよく見える場合は、シャープな印象が強くなり、目立たない場合は柔らかい印象が生じるようである。

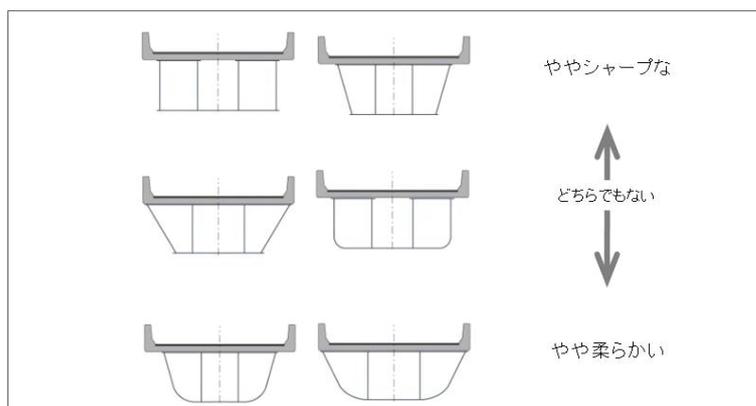


図 1.4.3 「シャープな-柔らかい」と箱桁 WEB 傾斜とエッジ処理の関係

④好き嫌い

図 1.4.3 に「好き嫌い」と箱桁 WEB 傾斜とエッジ処理の関係図を示す。矩形断面がニュートラルとなり、台形断面フランジ突出がやや好き、扁平台形 WEB 突出がやや嫌いという傾向がある。バラツキが大きく、意見が分かれたのは、台形断面および扁平台形の R 処理であった。

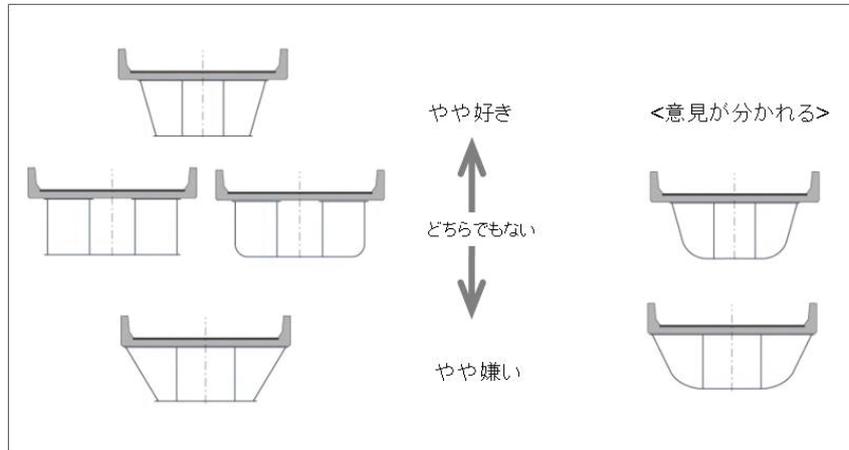


図 1.4.4 「好き嫌い」と箱桁 WEB 傾斜とエッジ処理の関係

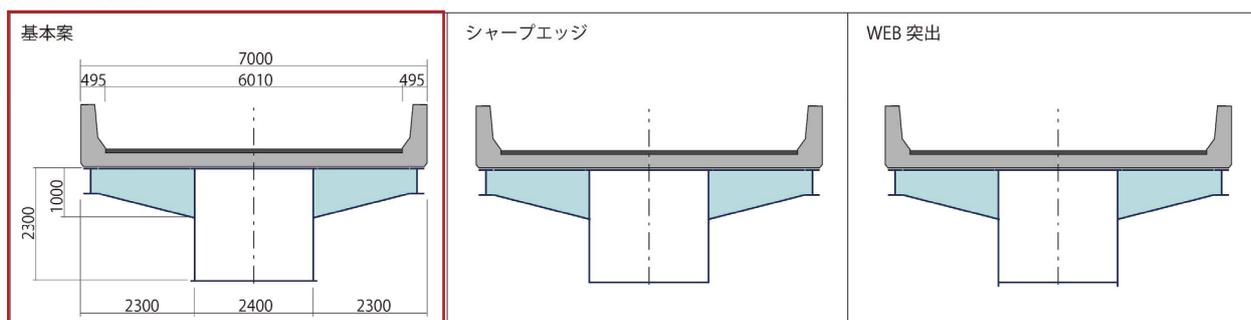
1.4.3 箱桁断面形状の印象評価

（1）デザイン案

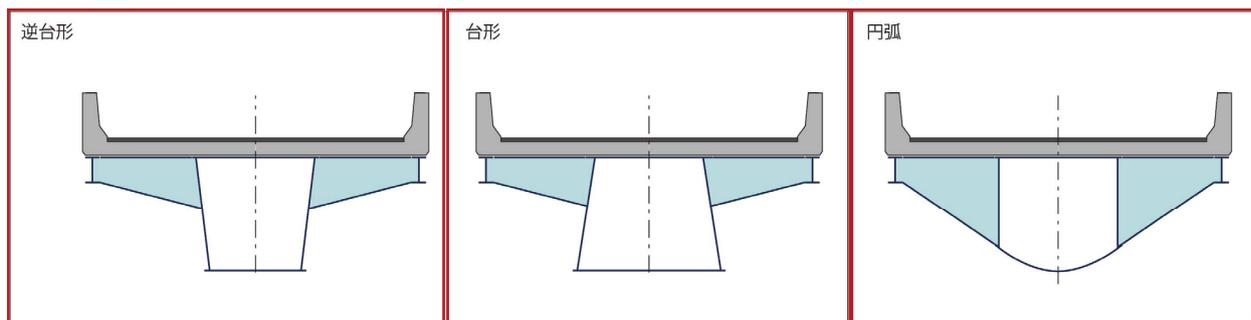
事例調査を踏まえ、表 1.4.6 に示す箱桁断面のデザイン案を作成した。エッジ処理は、基本案、シャープエッジ、WEB 突出の 3 案の CG を作成したが、違いがほとんど認識できなかつたため、基本案のみを選出した。箱桁断面の形状は、逆台形、台形、円弧の 3 案を作成した。

表 1.4.9 箱桁断面のデザイン

(1) エッジの処理



(2) 箱桁断面の形状



（2）印象評価

「1.3.2 ブラケット形状の印象評価」と同じ方法で印象評価を行った。

（3）評価結果

表 1.4.10 に視覚資料と印象評価をヒストグラムにまとめたものを示す。なお、標準案は「1.3.2 ブラケット形状の印象評価」と同じため、省略している。

表 1.4.10 箱桁断面形状の評価結果

	断面図・視覚資料	印象評価	
1案 逆台形	 	<p>機能的な-装飾的な</p> <p>平均値 3.2: やや機能的 標準偏差 1.2</p>	<p>重厚な-軽快な</p> <p>平均値 4.0: どちらでもない 標準偏差 1.3</p>
		<p>シャープな-柔らかな</p> <p>平均値 3.2: ややシャープな 標準偏差 1.1</p>	<p>好き-嫌い</p> <p>平均値 3.5: やや好き 標準偏差 1.3</p>
2案 台形	 	<p>機能的な-装飾的な</p> <p>平均値 3.8: どちらでもない 標準偏差 1.0</p>	<p>重厚な-軽快な</p> <p>平均値 2.9: やや重厚な 標準偏差 1.1</p>
		<p>シャープな-柔らかな</p> <p>平均値 3.6: どちらでもない 標準偏差 1.0</p>	<p>好き-嫌い</p> <p>平均値 4.7: やや好き 標準偏差 1.4</p>
3案 円弧	 	<p>機能的な-装飾的な</p> <p>平均値 4.8: やや装飾的 標準偏差 1.4</p>	<p>重厚な-軽快な</p> <p>平均値 4.1: どちらでもない 標準偏差 1.2</p>
		<p>シャープな-柔らかな</p> <p>平均値 4.5: やや柔らかな 標準偏差 1.4</p>	<p>好き-嫌い</p> <p>平均値 4.2: どちらでもない 標準偏差 1.7</p>

（4）まとめ

①機能的—装飾的

図 1.4.5 に「機能的—装飾的」と箱桁断面形状の関係図を示す。逆台形、台形がニュートラルであり、標準断面ではやや機能的、円弧ではやや装飾的な印象が生じている。

②重厚な—軽快な

図 1.4.6 に「重厚な—軽快な」と箱桁断面形状の関係図を示す。台形断面のみやや重厚な印象を受ける。

③シャープな—柔らかい

図 1.4.7 に「シャープな—柔らかい」と箱桁断面形状の関係図を示す。逆台形、台形がニュートラルであり、標準断面ではややシャープ、円弧ではやや柔らかいという印象が生じている。

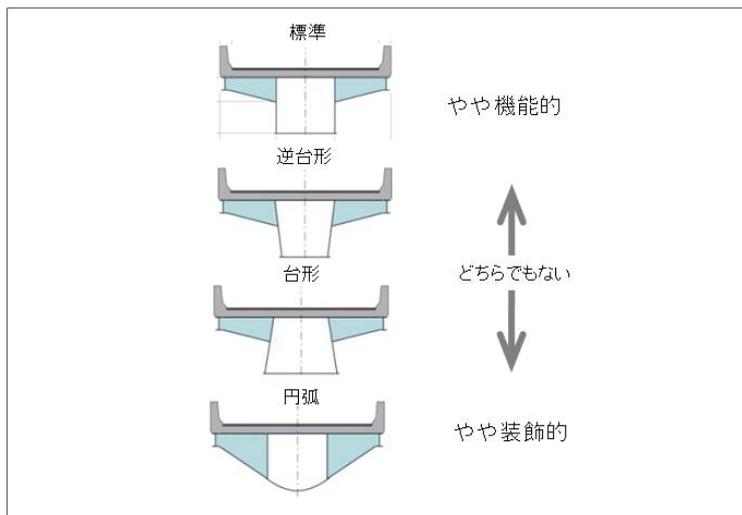


図 1.4.5 「機能的—装飾的」と箱桁断面形状の関係

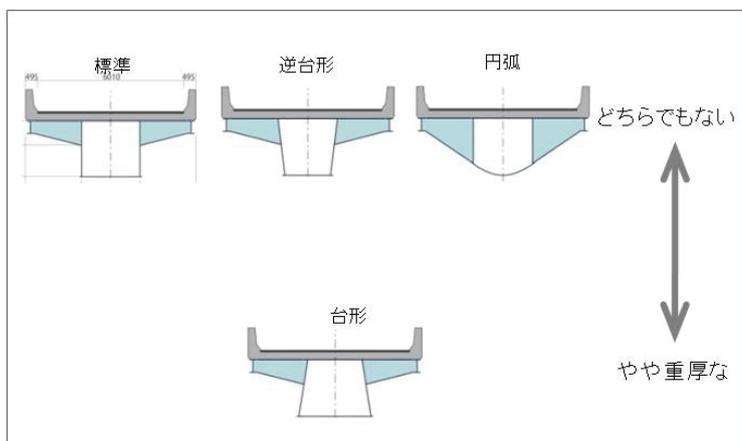


図 1.4.6 「重厚な—軽快な」と箱桁断面形状の関係

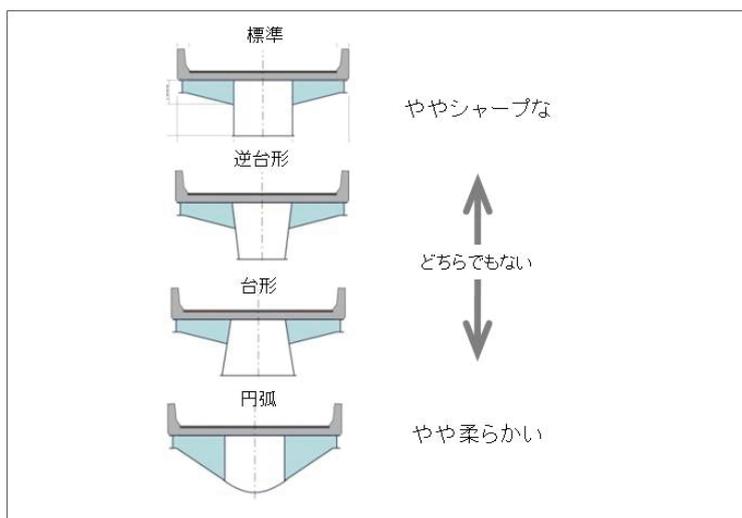


図 1.4.7 「シャープな—柔らかい」と箱桁断面形状の関係

④好き-嫌い

図1.4.8に「好き-嫌い」と箱桁断面形状の関係図を示す。標準断面がニュートラルであり、逆台形がやや好き、台形はやや嫌いの印象が生じている。逆台形のように下フランジが小さい方が好まれるようである。意見が分かれたのは円弧断面である。牛深ハイヤ橋を意識して作成したが、下フランジを曲げすぎた感がある。デザインの洗練によっては好きの印象が高くなる可能性がある。

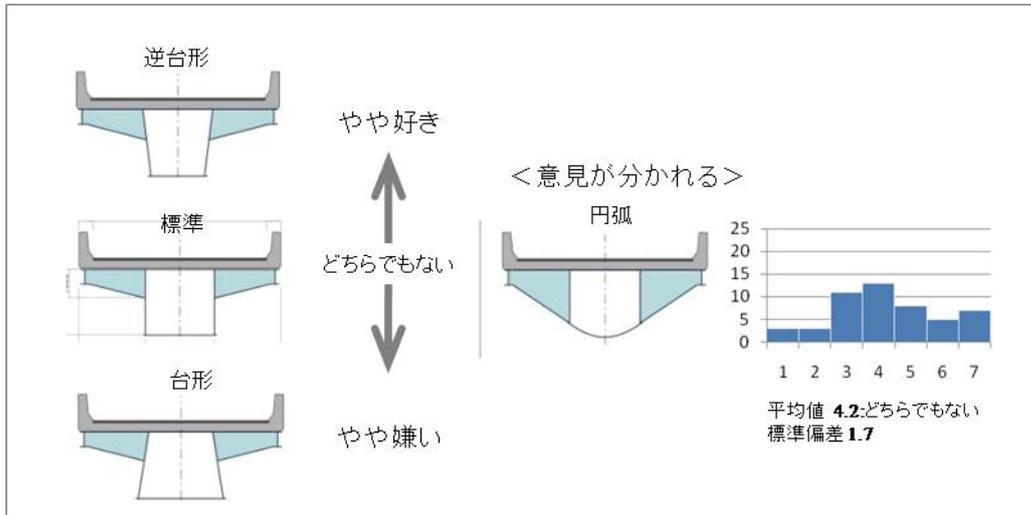


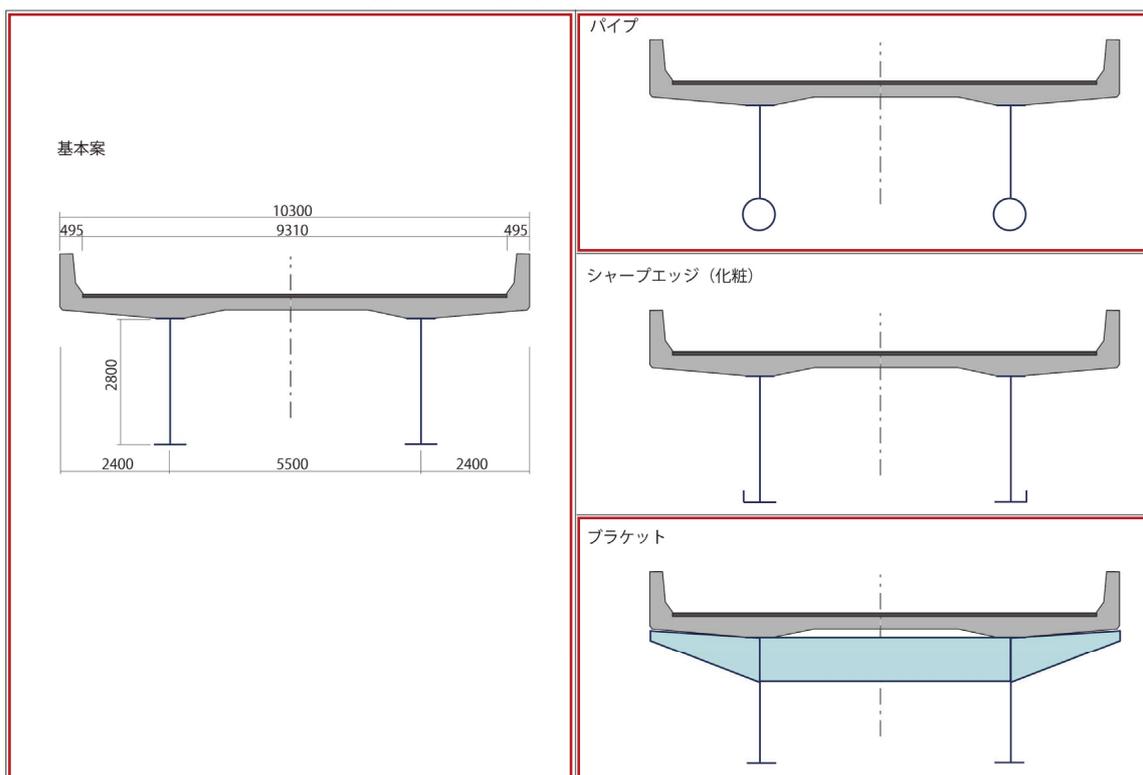
図1.4.8 「好き-嫌い」と箱桁断面形状の関係

1.4.4 鈹桁下フランジの印象評価

（1）デザイン案

事例調査を踏まえ、表 1.4.11 に示す鈹桁下フランジのデザイン案を作成した。通常の基本案と下フランジに鋼管を採用した案、シャープエッジとなるよう下フランジ端部に化粧材を付けた案、下フランジのデザインでは無いが、箱桁と同様にブラケットを設置した案を作成した。CGを作成して基本案との違いの分かりにくいと判断したシャープエッジは削除し、表内に囲んだ計3案を選定した。

表 1.4.11 鈹桁下フランジのデザイン



（2）印象評価

「1.3.2 ブラケット形状の印象評価」と同じ方法で印象評価を行った。

（3）評価結果

表 1.4.12 に視覚資料と印象評価をヒストグラムにまとめたものを示す。

表 1.4.12 鉸桁下フランジデザインの評価結果

	断面図・視覚資料	印象評価			
1案 逆台形		<p>機能的なー装飾的な</p> <p>平均値 2.6: かなり機能的な 標準偏差 1.1</p>	<p>重厚なー軽快な</p> <p>平均値 4.8: やや軽快な 標準偏差 1.4</p>	<p>シャープなー柔らかな</p> <p>平均値 2.5: かなりシャープな 標準偏差 1.0</p>	<p>好きー嫌い</p> <p>平均値 3.2: やや好き 標準偏差 0.9</p>
		<p>機能的なー装飾的な</p> <p>平均値 4.6: やや装飾的な 標準偏差 1.6</p>	<p>重厚なー軽快な</p> <p>平均値 4.2: どちらでもない 標準偏差 1.3</p>	<p>シャープなー柔らかな</p> <p>平均値 4.7: やや柔らかな 標準偏差 1.2</p>	<p>好きー嫌い</p> <p>平均値 4.5: やや嫌いな 標準偏差 1.5</p>
2案 台形		<p>機能的なー装飾的な</p> <p>平均値 3.6: やや機能的な 標準偏差 1.5</p>	<p>重厚なー軽快な</p> <p>平均値 4.4: どちらでもない 標準偏差 1.3</p>	<p>シャープなー柔らかな</p> <p>平均値 2.9: ややシャープな 標準偏差 0.8</p>	<p>好きー嫌い</p> <p>平均値 4.2: どちらでもない 標準偏差 1.4</p>
		<p>機能的なー装飾的な</p> <p>平均値 4.6: やや装飾的な 標準偏差 1.6</p>	<p>重厚なー軽快な</p> <p>平均値 4.2: どちらでもない 標準偏差 1.3</p>	<p>シャープなー柔らかな</p> <p>平均値 4.7: やや柔らかな 標準偏差 1.2</p>	<p>好きー嫌い</p> <p>平均値 4.5: やや嫌いな 標準偏差 1.5</p>
3案 円弧		<p>機能的なー装飾的な</p> <p>平均値 3.6: やや機能的な 標準偏差 1.5</p>	<p>重厚なー軽快な</p> <p>平均値 4.4: どちらでもない 標準偏差 1.3</p>	<p>シャープなー柔らかな</p> <p>平均値 2.9: ややシャープな 標準偏差 0.8</p>	<p>好きー嫌い</p> <p>平均値 4.2: どちらでもない 標準偏差 1.4</p>
		<p>機能的なー装飾的な</p> <p>平均値 4.6: やや装飾的な 標準偏差 1.6</p>	<p>重厚なー軽快な</p> <p>平均値 4.2: どちらでもない 標準偏差 1.3</p>	<p>シャープなー柔らかな</p> <p>平均値 4.7: やや柔らかな 標準偏差 1.2</p>	<p>好きー嫌い</p> <p>平均値 4.5: やや嫌いな 標準偏差 1.5</p>

（4）まとめ

①機能的—装飾的

図 1.4.9 に「機能的—装飾的」と鉸桁下フランジデザインの関係図を示す。標準案はやや機能的な印象を受ける。残りは意見が分かれる結果となった。

②重厚な—軽快な

図 1.4.10 に「重厚な—軽快な」と鉸桁下フランジデザインの関係図を示す。標準案とブラケットはやや軽快な印象となった。

③シャープな—柔らかい

図 1.4.11 に「シャープな—柔らかい」と鉸桁下フランジデザインの関係図を示す。標準案はかなりシャープな印象を受け、ブラケット案はややシャープ、パイプ案はやや柔らかい印象となった。

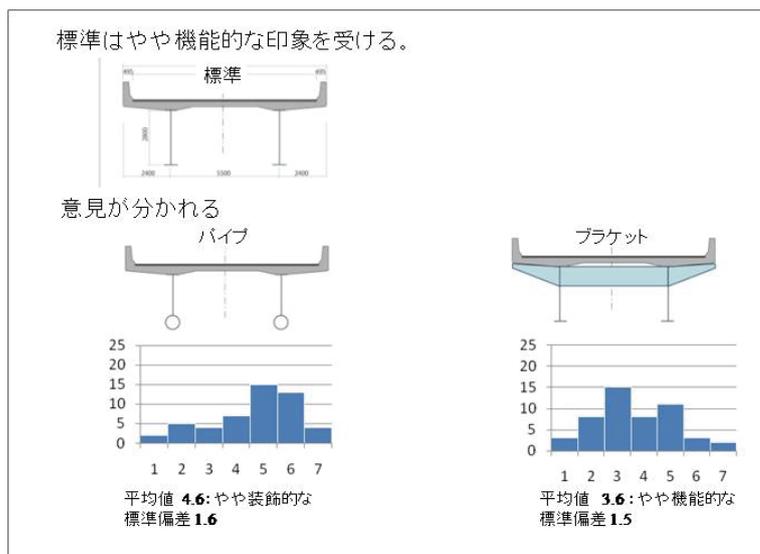


図 1.4.9 「機能的—装飾的」と鉸桁下フランジデザインの関係

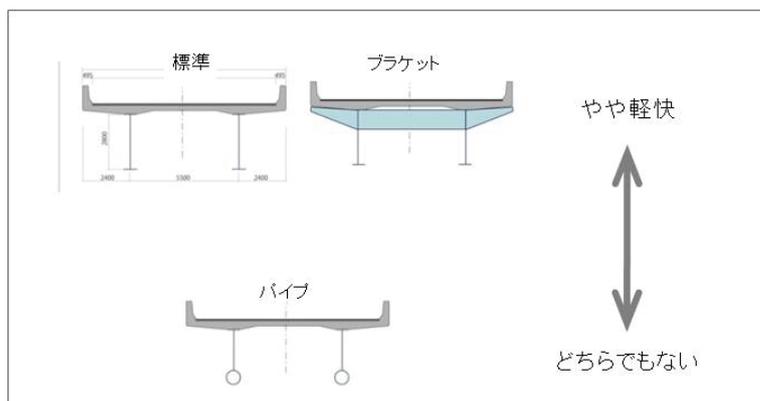


図 1.4.10 「重厚な—軽快な」と鉸桁下フランジデザインの関係

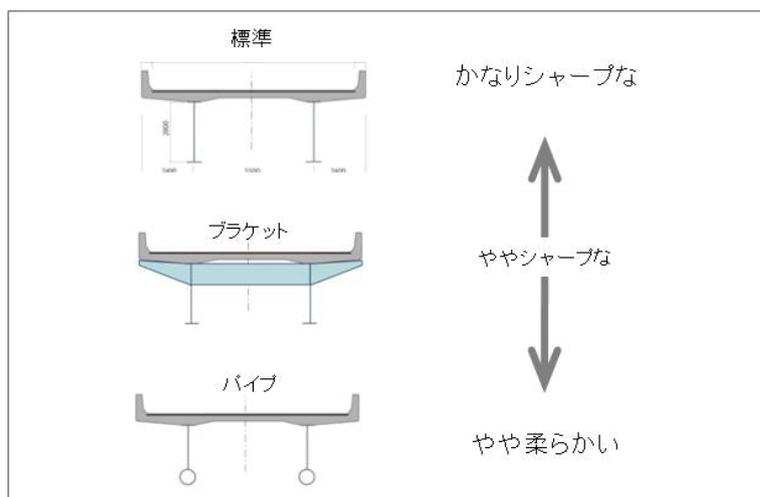


図 1.4.11 「シャープな—柔らかい」と鉸桁下フランジデザインの関係

④好き—嫌い

図 1.4.12 に「好き—嫌い」と鉸桁下フランジデザインの関係図を示す。バラツキが大きく、印象の違いははっきりしない結果となった。

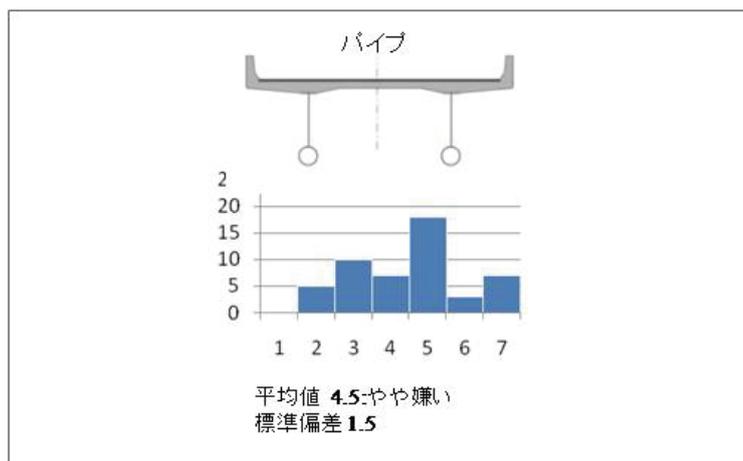


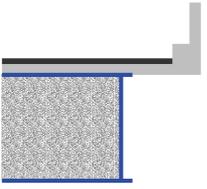
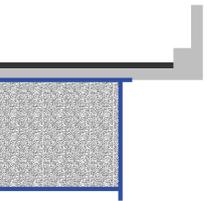
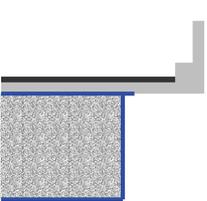
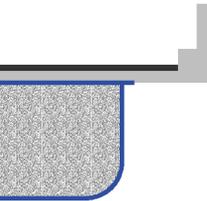
図 1.4.12 「好き—嫌い」と鉸桁下フランジデザインの関係

1.4.5 まとめ

（1）箱桁

表 1.4.13 に箱桁エッジ処理の総合評価を示す。構造的・製作性・経済性においては、合理的断面の標準案が最も優れる。景観性では、WEB 突出、シャープエッジ案は予想よりも見た印象が標準案と大差なく、製作性や経済性に無理をしても採用するほどではない結果となった。R 処理案では、構造的、経済性ではやや不利にはなるものの、標準案とは異なる装飾的、重厚な、柔らかいといった印象を演出できるため、架橋環境の状況によっては採用するに値する案であると考えられる。

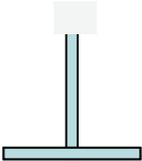
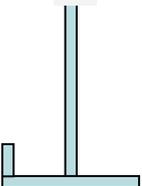
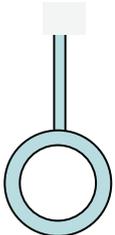
表 1.4.13 箱桁エッジ処理の総合評価

	断面	構造的性	製作性	経済性	景観性
標準		標準タイプの断面であり、合理的な構造である。 ◎	標準タイプの断面であり、製作性上、特に問題はない。 ◎	他案と比較してほとんど差はないが、標準タイプの構造であり経済的な断面となる。 ◎	機能的、シャープな印象を生じる。 ○
WEB 突出		標準案に対し下フランジ突出幅を抑えることで、フランジ断面が大きくなる傾向にあり、断面効率が悪くなる場合もある。 ○	エッジ部の溶接が煩雑となり製作性に劣る。 △	処理自体は積算項目になく、工費への影響はほとんどないが、標準案に対し下フランジ突出幅を抑えることで、フランジ断面が大きくなる傾向にあり、若干不利となる場合もある。 ○	見え方は、ほぼ標準案と同じあり、景観性からの必要性は低い。 △
シャープエッジ		標準案に対し下フランジ突出幅を抑えることで、フランジ断面が大きくなる傾向にあり、断面効率が悪くなる場合もある。 ○	エッジ部の溶接が煩雑となり製作性に劣る。 △	処理自体は積算歩掛項目になく、工費への影響はほとんどないが、下フランジ突出幅を抑えることにより、フランジ断面が大きくなる傾向にあり、経済性で若干不利となる場合もある。 ○	見え方は、ほぼ標準案と同じあり、景観性からの必要性は低い。 △
R 処理		標準案に対し下フランジ突出幅を抑えることで、フランジ断面が大きくなる傾向にあり、断面効率が悪くなる場合もある。 ○	板の曲げ加工が必要なため、R が大きいほど製作性が劣るが、事例はあり、製作上、特に問題はない。 ○	処理自体は積算歩掛項目になく、工費への影響はほとんどないが、下フランジ突出幅を抑えることにより、フランジ断面が大きくなる傾向にあり、経済性で若干不利となる場合もある。 ○	装飾的、重厚な、柔らかい印象を生じる。 ○

(2) 鈹桁下フランジ

表 1.4.13 に鈹桁下フランジ案の総合評価を示す。下フランジに鋼管を使用した案では、予想よりも景観性の評価が低かった。構造的性、製作性、経済性ではけっして有利な案ではないため、採用には慎重になるべきである。標準案は、構造的性・製作性・経済性に全体的に優れ、今回の調査での景観性では、機能的で軽快な印象がある。鋼鈹桁の構造自体では良い評価なので、付属物の処理や桁の連続性など全体景観の向上に工夫していくことが望ましい。

表 1.4.13 鈹桁総合評価

	断面	構造的性	製作性	経済性	景観性
標準		標準タイプの断面であり、合理的な構造である。	標準タイプの断面であり、製作性上、特に問題はない。	他案と比較してほとんど差はないが、標準タイプの構造であり経済的な断面となる。	機能的で軽快な印象を生じる。
		◎	◎	◎	○
シャープエッジ		標準と同じ。	標準と同じ。	標準と同じ。 化粧の分、経済性は劣る。	見え方は、ほぼ標準案と同じあり、景観性からの必要性は低い。
		◎	◎	○	△
鋼管使用		標準案に対し下フランジに鋼管を使用することで、断面効率が悪くなる。	ウェブと鋼管の溶接が煩雑となり製作性に劣る。	下フランジを鋼管とすることで、鋼重が増え、経済性で不利となる傾向にある。	柔らかい印象を生じている。
		△	△	△	○

(2) 塗装の種類

一般的な塗装（塗料）に求められる性能は、「表面保護」や「風合い（色調や美観）」などであり、「塗装」に使用する塗料については、その使用目的に応じて塗料メーカーにより多種多様な種類と色が製造されている。

車や家具や電化製品といった商品においては、「風合い」が重視され消費者もそれを求めている。一方、鋼橋において求められる塗装は、防食に対する性能を重視している。そのため、塗装に関する景観検討や色彩計画は、環境色に調和した色彩の選定が主であり、色調や表面の風合いといった要素については求められていない。

塗装の種類を表面の風合いの違いで分類してみると、車のような「つややかな塗装」、家電製品のような「つけ消し塗装」、貼り紙防止塗装のような凹凸のある表面の粗い「ザラザラ塗装」などがある。「つややかさ」や「つや消し」は光沢度で示すことができ、塗料メーカーでは表 1.5.2 に示す基準で一般的なつやの要求に応じた塗料を提供している。

表 1.5.2 つやの程度と光沢度の関係

つやの程度	光沢度	車の場合	橋梁の場合
つや有り	70以上	一般的使用下で80以上あり	橋梁の塗装では、同じ塗装でも場所や塗装方法によって計測値にバラツキがあるため光沢度として分類するのは困難である。
7分つや	60±5		
5分つや	40±5		
3分つや	20±5		
つや消し	5以下		溶射（封孔処理のみ）

<光沢度について>

光沢度の数値は、塗膜表面の乱反射の程度を表すもので、屈折率 1.567 の磨いた黒色ガラスが反射する光を 100 とした場合、実際の対象物が反射する光の割合をいう。光沢度の計測は、下図のような光沢度計にて容易に計測する事が可能である。



図 1.5.1 光沢度計



図 1.5.2 光沢度計測風景

1) つややかな塗装

光沢は光沢計で計測した数値で示すことができる。数値が高いほど光沢があり「つややか」であると言える。車の光沢度は、一般的な使用下の計測値でメタリック系：90～100 程度、クリア層のないホワイト：80 程度（新車時の数値は10～20 程度高い）である。

これに対して橋梁における塗装の光沢度については、塗料メーカーの試験などで計測されているが、バラツキが大きく参考となる数値はないため、光沢保持性で示している。これは、塗装直後の光沢度を初期値として1年後の光沢度がどの程度低下したかを示すものであり、初年度80 に対して1年後40 であれば保持率50%となる。

光沢保持性は、フッ素樹脂塗料→ポリウレタン樹脂塗料→フタル酸樹脂塗料の順に高いが初期の光沢は施工状況等によって変わってくる。また、塗装は大きく分けて下塗、中塗、上塗に分かれており各層の要求性能により以下の特徴がある。

下塗：防錆顔料を多く含んでいるため、樹脂分の割合が少なく、それほど光沢がない。

中塗：下塗、上塗の付着を良好にする目的、膜厚保持の目的で顔料、樹脂分は、下塗上塗の中間。

上塗：樹脂分の割合が多く、顔料分が少なくなっている。樹脂分が多いため、光沢が出る。

一般的に顔料分が多いと光沢が少なく、樹脂分が多いと光沢が高くなる傾向にある。自動車などは、樹脂のみのクリア塗料を一番上に塗装し光沢を出している。

それに加え、「光沢度」は、素地の平坦度や仕上げの平坦度が大きく影響する。

2) つや消し塗装

車のような「つややか」な塗装に対して、「つや消し」塗装は電化製品や建築塗装の分野など広い範囲で使用されている。塗料中につや消し剤を入れて「つや」を消す。つや消し剤は、細かな顔料で入れる割合により光沢の程度を調整可能である。

樹脂の持つ光沢を無理やり落とす目的で細かい顔料を入れるため、耐候性が低下するなどの問題がある。また、膜厚のばらつきにより「つや消し」度合いが変わるため均一な塗膜が要求される。

橋梁で使用される「溶射」（封孔処理のみ）の光沢度は、塗料メーカーの実測結果でつや消しの基準の光沢度である（光沢度1～3）。

金属溶射に用いる金属は、亜鉛（Zn）・アルミニウム（Al）・亜鉛アルミニウム合金類があり、これらの金属を熔融状の微粒子として鋼材表面に溶射ガンにより吹き付け皮膜を形成することにより防食する塗装方法である。刷毛などでのタッチアップが出来ないため、構造上も考慮が必要である。

また、金属溶射面は非常に多孔質であるため、塗膜にピンホールが生じやすいので一般的に封孔処理を施す必要がある。

封孔処理剤に着色のための顔料を添加しても、溶射被膜の粗さに影響されて塗膜のような良好な光沢や均一な仕上がりが得られないため、処理後のまだらなどが目立ちにくいクリアー及び白色系がよく用いられる。図1.5.3は封孔処理にグレー系を使用している。



図 1.5.3 溶射

3) ゴザゴザ塗装

歩道橋の橋脚や照明柱などに使用されている貼り紙防止塗料のような「ゴザゴザ塗装」は、上塗り塗料に骨材（珪砂、ガラスビーズなど）を入れて塗膜表面に凹凸をつけて貼り紙が付着し難くしている。

表面は凹凸がありデコボコしているが、上塗り塗料としてはポリウレタン樹脂塗料などを使用しているため光沢はある。

1.5.2 鋼橋への適用

塗装の種類「つややかな塗装」、「つや消し塗装」、凹凸のある表面の粗い「ゴザゴザ塗装」について橋梁への適用を検討する。

(1) つややかな塗装

「つややかな」塗装は、塗料だけで決まるものではなく、塗装方法、磨き、設備によって決まる。また、塗膜の美観は、塗膜の光沢と平滑さによる。ここでは、商品の性質から防食と美観と両方を求められる「車」と防食を重視した「橋梁」の塗装方法の比較を行うことで橋梁の塗装にも「つややかな」塗装が可能か検討する。橋梁塗装と自動車塗装の違いを表 1.5.3 に示す。以下の比較より橋梁の塗装では「平滑さ」を確保することが困難であることがわかる。

表 1.5.3 橋梁塗装と自動車塗装の違い

	橋梁	車
塗装方法	エアレススプレー 塗料を直接加圧し霧状になった塗料を吹き付ける。 施工効率が高く、広い面積を均一な厚さに塗布しやすいが、塗料粒子はエアレススプレーよりも大きい。	エアースプレー 空気と塗料を同時にガン先より噴出し、空気によって粉碎された微粒化した塗料を塗着させるため、平滑な塗膜が形成される。
塗装業者	人力による手吹き 塗装者の技量により仕上がりに差が出る。 部材が大きいため自動ロボット化は設備が大規模になり困難。	自動ロボット・細かい箇所は手吹き 均一で同品質の塗装が可能。
塗料	レベリング性（平滑性）に劣る ダレにくい。 厚膜に塗装出来るがゆず肌の波状の仕上がりとなる。	レベリング性（平滑性）が良い ダレやすく一度に薄膜にしか塗装できない。 ダレやすく薄膜に均一にする必要があるため、エアレスより技術を要する。
母材	平面寸法大 部材が大きく平面が広いため歪みが目立つ。 重量が重く取り回しが容易でないため、輸送時や加工時の当て傷などの凹凸が付きやすい。	平面寸法中～小 輸送時は梱包可能な大きさのものもある。
塗装場所	屋内・屋外 未硬化時の塗料への埃や虫の付着が発生する可能性がある。	温度・湿度管理されたブース内 未硬化時の塗膜への埃などの付着を軽減できる。 温度管理により同品質の塗膜が可能
乾燥	自然乾燥 天候により硬化時間にムラが出来る。(湿度など)	乾燥炉での焼き付け 未硬化時の期間が短いため埃の付着を防止出来る。
研磨	なし	あり 研ぎ工程にて微量の埃も除去し平滑な表面を形成できる。
重視	防食重視 上塗りに光沢はあるが、現場塗装部は刷毛塗りなどによる凹凸も発生する。研磨は行わない。	外観重視 上塗りでクリアー（樹脂のみ）塗装を行い光沢を出す。 研磨によりより光沢を出す。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 工場塗装完成後の輸送時に傷が付く場合がある。 補修はタッチアップ（刷毛）で行う 現場塗装は刷毛のため工場塗装とのムラがある。 現場塗装は野外のため埃や虫の付着などが考えられる。 完成後の管理で洗浄などは行わない。 	<ul style="list-style-type: none"> 工場ラインのみで塗装が完成する。 完成時の輸送は専用の積載車にて輸送する。積載車との固定も塗装面ではない箇所の金具と固定。 使用後も洗車やワックスにて光沢を維持している。 平滑であるため凹凸が目立ちやすい。

鋼橋において、自動車の塗装のような景色がはっきりと写り込む程の「つややかな」塗装は、平滑さの施工が困難なため不可能である。しかし、橋梁に使用される一般的な上塗塗装でも完成直後には図 1.5.4 のような光沢が見られる。

光沢の減少は、塗料そのものもつ光沢保持性だけでなく「汚れ」が影響する。完成後に排気ガスや粉塵の付着により「汚れ」が生じて光沢が低下するため、完成時の光沢を維持するのは困難である。



図 1.5.4 つややかな塗装

近年は「汚れ」対策として底汚塗料・防汚塗料がなどの研究が行われている。橋梁における完成時程度の「つややかな」塗装は、上塗りに樹脂を多く含み、光沢保持率の高い塗料を使用し、完成後も水洗いなどの処置により「汚れ」を除去できれば可能であると考えられるが、車のような「つややかな」塗装は、鋼橋の塗装方法や部材の大きさにより困難であることが解った。光沢度だけで言えば、光沢の高い化粧板パネルのようなものを使用すれば可能と思われるが、車と同様な維持管理（洗浄や研きなど）については困難である。

（2）つや消し塗装

電化製品のような小さな範囲では目立たないが橋梁のような大きな部材の広い範囲では塗り継ぎ部でつやムラが生じる。当て傷等の補修部も同様につやムラとなる。つやムラが生じた場合は美観を損ねることとなるため「つや消し塗装」も、車における「つややかな塗装」と同様、橋梁の塗装として美観を要求する品質を確保し難い塗装と言える。つや消しと同じ光沢度の溶射については、溶射皮膜を環境から遮断し耐久性を向上させたり、環境との調和のため表面を着色する目的で溶射皮膜の上から塗装を施す場合がある。溶射皮膜表面は凹凸があるので、塗装仕上げを行う場合の塗料使用量を通常より若干多することで、おおむね平滑に仕上げている。

今後の封孔処理への着色技術向上や、塗装仕上げ時の塗料使用量の調整（平滑を求めない）により、溶射皮膜の凹凸を活かした「つや消し塗装」や「ザラザラ塗装」の表面が得られる可能性があると考えられる。耐候性鋼材についても緻密で均一な安定錆びの発生により「つや消し」効果が期待できるが、外観色は茶褐色のみである。

（3）凹凸のある表面の粗い「ザラザラ」塗装

本来の塗装性能が、貼り紙防止で美観重視でない塗装であり景観を重視する場合に採用しない塗装であると考えられるが、ザラザラは骨材によるもので塗料としては一般的塗料と同じように光沢がある。

塗料に骨材が混入しており、工場内でのエアレススプレー使用が出来ないため上塗り塗装がローラー又は刷毛によるものとなる。ローラーと刷毛による塗装が可能と言う点では現場塗装が可能であるため橋梁への採用は可能と考えられる。ただし、大面積を塗装する場合に人の手によるものになるため時間が掛ることとなる。

一般的には狭い面積に使用されている塗装であるが、橋梁などの広い平面に使用した場合にどのような景観評価が得られるか確認する価値がある。ある程度寸法がある模型にて「ザラザラ塗装」を再現すれば評価可能と思われるが、高評価と成った場合でもコスト面との比較を行い判断する必要がある。

1.5.3 まとめ

現在、鋼橋に求められる塗装は、防食性能を重視されている。また、美観については、景観検討や色彩計画にて環境色に調和した色彩の選定が主であり、色調や表面の風合いといった要素までは検討されていない。

本検討では、一般の商品に求められる美観と同じような塗装（つややかさ、つや消し）による表面の風合い演出が可能かどうかを調べた。調査の結果、鋼橋の製作における塗面の下地処理、塗装方法、輸送方法、完成後の維持管理などについて電化製品や自動車といった商品と同じような美観を求める事は困難であることが確認できた。

今後の課題として、橋梁への摘要の可能性がある「着色を行ったつや消し塗装」と「凹凸で光沢のあるザラザラ塗装」について上部工のデザインや環境との調和を考慮した景観評価を行うとともに、塗装方法が一般的でないためコスト面からの検討を行う必要がある。

1.6 付属物のデザイン

橋梁に取り付く様々な付属物の中で、ここでは一般利用者から比較的目に付きやすい遮音壁、落下物防止柵、吊り金具に着目し、そのデザインの事例紹介を中心に景観について整理・考察を行う。

1.6.1 遮音壁・落下物防止柵のデザイン

都市高速道路などでは、走行車輛の騒音対策としての遮音壁設置や橋面上からの落下物対策としての落下物防止柵設置が地域住民への配慮の観点から設置されている。遮音壁・落下物防止柵は、一般的に機能重視が優先されることが多いが、最近ではデザインにも配慮したものも多く見られる。

ここでは、遮音壁・落下物防止柵の事例を紹介するとともに、景観上の課題と解決案についても考察を行うものとする。

（1）遮音壁・落下物防止柵の事例

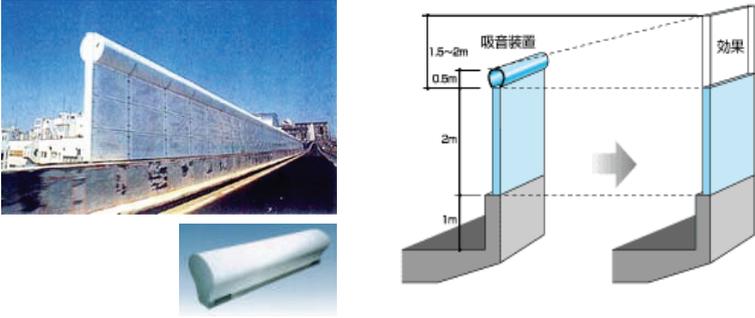
1）遮音壁の事例

吸音・遮音性を確保し、軽量のユニットパネル式で施工性も考慮されている標準タイプの性能に加えデザインタイプは、日照・眺望が確保される透光性とパネル自体に曲線を取り入れ景観にも配慮した形状となっている。

表 1.6.1 遮音壁の事例(1)

	イメージ図		特徴
標準タイプ	背面色色板（フッ素樹脂ラミネート鋼板）タイプ 		<ul style="list-style-type: none"> 優れた吸音・遮音性を発揮。 不燃材で耐候・耐久性は抜群。 風圧 300 Kg/m² にも絶えられる十分な強度。 軽量のユニットパネル式で施工が簡単。 13,000 円/m² 程度 (背面化粧板付き 40,000 円/m²)
透明板（ポリカーボネート）	透明板（部分的に使用） 	透明板（全面に使用） 	<ul style="list-style-type: none"> 日照・眺望が確保される透光性。 優れた遮音性。 軽量のユニットパネル式で施工が簡単。 透光性に光触媒技術を利用することで防曇性やセルフクリーニング機能を付与することが可能。 40,000 円/m² 程度 セルフクリーニング機能付き +10,000 円/m²

表 1.6.2 遮音壁の事例(2)

	イメージ図	特徴
透明板 (アクリル)		<ul style="list-style-type: none"> ・日照・眺望が確保される透光性。 ・フレームレスですっきりとしたデザイン。 ・優れた遮音性。 ・軽量のユニット式で施工が簡単。 ・透光性に光触媒技術を利用することで防曇性やセルフクリーニング機能を付与することが可能。 ・80,000～120,000円/m²程度 セルフクリーニング機能付き +10,000円/m²
新型遮音壁		<ul style="list-style-type: none"> ・遮音壁の高さを抑え、日照・電波障害などの問題をクリアできる。 ・高さを抑えることができ、支柱の大きさを軽減できる。 ・シンプルな構造で、簡単にスピーディーに施工ができる。 ・50,000円/m程度
新型遮音壁		<ul style="list-style-type: none"> ・透明フッ素樹脂フィルムとアルミメッシュまたは孔明きプラスチック板を積層した透明膜状吸音材と透光板を組み合わせたパネル。 ・優れた吸音・遮音性。 ・軽量のユニット式で施工が簡単。 ・透視性があり、日照や景観が良好。

2) 落下物防止柵の事例

必要最低限の機能を満足する従来タイプには、金網を使用していることが多くデザインには配慮はなされていない。一方、デザインタイプはグレーチングなどを使用し、全体的にスッキリとした印象を与えている。

経済性は、デザインタイプ自体は従来タイプと比べ高くなっているが、橋長全体に対して限られた範囲に設置されるため、全工事費に対して占める割合は1~2%程度であり、景観向上のため検討に値すると思われる。

表 1.6.3 落下物防止柵の事例

	イメージ図	特徴
従来タイプ		<ul style="list-style-type: none"> ・必要最低限の機能を満足。 ・デザイン重視ではない。 (金網を使用) ・11,000 円/m 程度
デザインタイプ		<ul style="list-style-type: none"> ・グレーチングを使用。 ・視界を遮らない。 ・日照を確保できる。 ・43,000 円/m 程度
		<ul style="list-style-type: none"> ・緩やかにカーブしており、スッキリとしたイメージ。 ・視界を遮らない。 ・日照を確保できる。 ・60,000 円/m 程度

(2) 景観上の課題と解決案

壁高欄の拡幅部に設置される照明柱・標識柱やランプ部のような斜路部に設置される遮音壁に着目して景観上の課題と解決案について検討を行う。

1) 遮音壁と照明柱・標識柱との取り合い

壁高欄天端に設置される遮音壁は基本的に連続性が確保されるが、特殊部として照明柱・標識柱などの壁高欄が拡幅される箇所は、表 1.6.4 の①のように拡幅した壁高欄を覆うように化粧板が配置されるので連続性が途絶えてしまう。

表 1.6.4 遮音壁と照明柱・標識柱との取り合い

	イメージ図	特徴
照明柱・標識柱	<p>① 照明柱</p>  <p>標識柱</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・壁高欄の拡幅に沿って配置すると連続性が劣る。(①) ・遮音壁の連続性は確保できるが、壁高欄外側からの拡幅箇所が目立つ。(②)
	<p>②</p>  <p>点検用の窓が必要</p>	

表 1.6.4 の②のように拡幅部前面に遮音壁を配置し、図 1.6.1、図 1.6.2 のように壁高欄を拡幅しない構造にすれば連続性の確保が可能となり、景観上すっきりとした構造となる。



図 1.6.1 拡幅部の化粧板をなくした場合

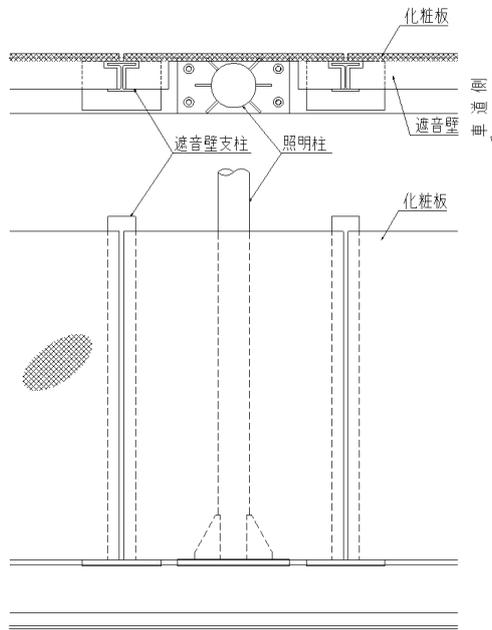
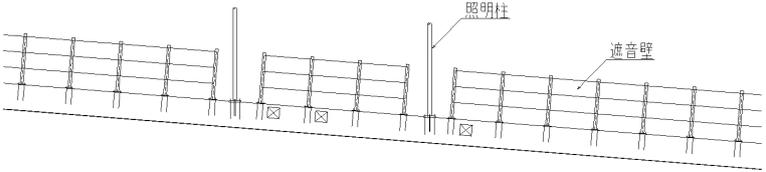
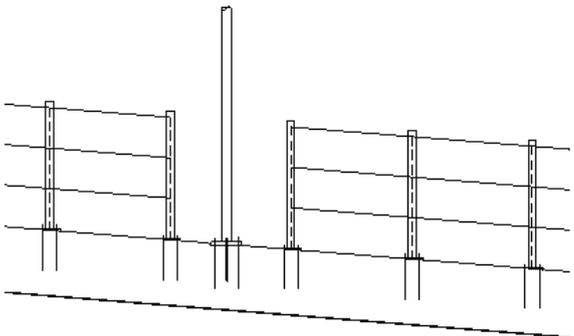
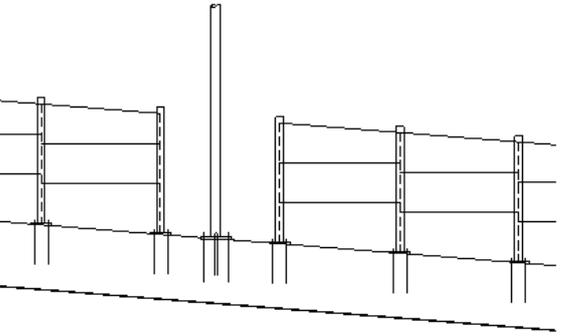


図 1.6.2 壁高欄を拡幅せずに照明柱を設置した場合

2) 斜路部における遮音壁と照明柱との取り合い

遮音壁は、矩形パネルを使用し壁高欄に直角となるように設置するのが一般的であるため、ランプ部のような斜路部においては鉛直に設置される照明柱・標識柱などにより景観性が劣る場合がある（表 1.6.5）。

表 1.6.5 斜路部における遮音壁と照明柱との取り合い

	イメージ図	特徴
ランプ部	<p>① 壁高欄に対して直角配置</p>  <p style="text-align: center;">↓ 遮音壁と照明柱の設置角度をそろえる</p> <p>② 壁高欄に対して鉛直配置 平行四辺形パネル</p>  	<ul style="list-style-type: none"> ・遮音壁と照明柱・標識柱との設置角度が異なるため、景観性が劣る。 ・遮音壁を照明柱などと同角度（鉛直）に設置する場合、遮音壁天端で段差が発生するため、笠木などの設置が必要。但し、パネル寸法が矩形でなくなるので、製作性が劣る。

壁高欄に対して遮音壁を鉛直配置し、照明柱・標識柱と同じ設置角度にすれば上記の景観性は改善されるが、標準パネル（矩形）が使用できず異形パネルを使用することになる。

標準パネルと異形パネルの使い分けは、表 1.6.6 のように 3.0%以下であれば標準パネル（矩形）を使用し、3.1%以上から異形パネル（平行四辺形）を使用することになるが、勾配がきつくなるにしたがってコスト増となる。この製作性・コスト面の問題が改善されれば、連続性の確保は可能である。

表 1.6.6 遮音壁を異形パネルとした場合の製作単価

縦断勾配 (%)	単価 (標準パネルを 1.0とした場合)
0～3.0	1.0
3.1～10.0	1.5

また、遮音壁パネルの材質を変えた場合の製作単価を表 1.6.7 に示す。標準は亜鉛鋼板で製作されているが、景観を考慮し材質を変更すると、単価が高くなる。特に色付のラミネート鋼板を使用した場合は標準の 1.56 倍にもなるので、パネルの形状と併せて、選定に注意が必要である。

表 1.6.7 遮音壁パネルの材質を変更した場合の製作単価

材質	単価
標準（亜鉛鋼板）	1.0
高耐候性亜鉛めっき鋼板	1.05
フッ素樹脂ラミネート鋼板（色付）	1.56

以上のように、デザインタイプの遮音壁や落下防止柵および異形パネルの遮音壁は、それ単体ではコスト増となる傾向にあるが、橋梁工事全体に対するコストの割合は小さく、景観性を考慮したデザインタイプは採用の余地はあると思われる。

1.6.2 吊金具のデザイン

主桁腹板に設置される吊金具は、床版打設時の支保工の固定、塗装および維持・補修時の足場の固定のために必要な部材である。ここでは、吊金具の事例を紹介するとともに、景観上の課題と解決案についても考察を行うものとする。

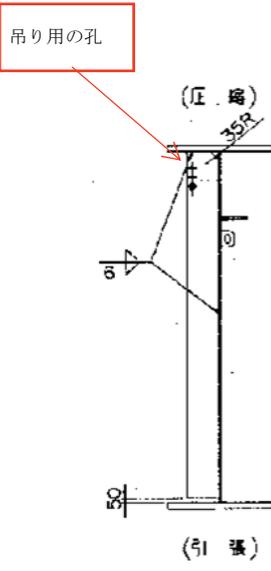
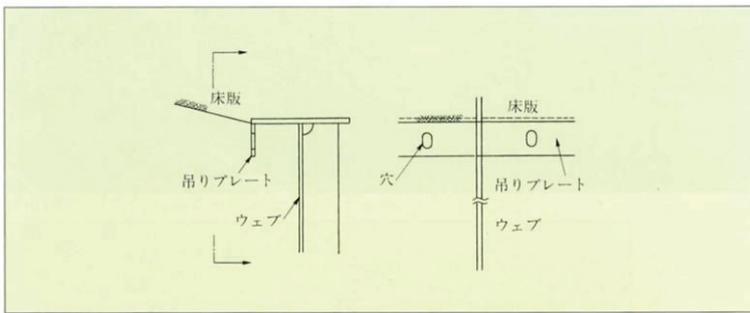
(1) 吊金具の事例

主桁腹板に設置される吊金具は、景観に及ぼす影響が大きく、必要条件などが整えば景観に配慮した吊金具も見受けられるが、一般的には機能重視の観点から景観的な配慮があまりなされていないのが現状である（表 1.6.8）。

表 1.6.8 吊金具の設置基準

設置基準	
<p style="font-size: small;">出典：鋼道路橋の細部構造に関する資料集（社団法人日本道路協会）</p>	<p>【Aタイプ】</p> <ul style="list-style-type: none"> 床版打設時および塗装時の足場用。 上フランジの下側に取り付ける場合や桁高が高く（1.5m以上）、手の届く高さに金具を設ける必要がある場合。 設置間隔：1.8m以下。 <p>【Bタイプ】</p> <ul style="list-style-type: none"> 塗装用足場と床版の型枠支保工に兼用。（外桁の外側に使用） 上段、中断の24.5φの孔は、支保工の梁の固定と防護工の引き留めのために使用。 下段の長孔は、足場を吊るすためのチェーンの取付けに使用。 設置間隔：1.0m以下。

表 1.6.10 景観に配慮した吊金具の事例(2)

見せる	
	<div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 5px;">吊り用の孔</div> 
 <p>6・19</p>	<p>【松館高架橋】</p> <ul style="list-style-type: none"> 垂直補剛材を桁外に設置して足場吊金具を兼用する。 <p>〈必要条件〉 田園地帯で、橋をあえて無骨なデザインとするコンセプトとなっており、垂直補剛材を外側へ設置して昔の鉄橋を彷彿させている。(国交省内に設置された景観委員会による)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>景観上補剛材を外に出しても問題ない架設箇所</p> <p>【形状の提案】</p> <p>橋軸方向の孔あき板をフランジあるいは腹板に溶接し、それに開けた孔を利用することも考えられる。</p> <p>「美しい橋のデザインマニュアル第2集」より引用</p>

(2) 景観上の課題と解決案

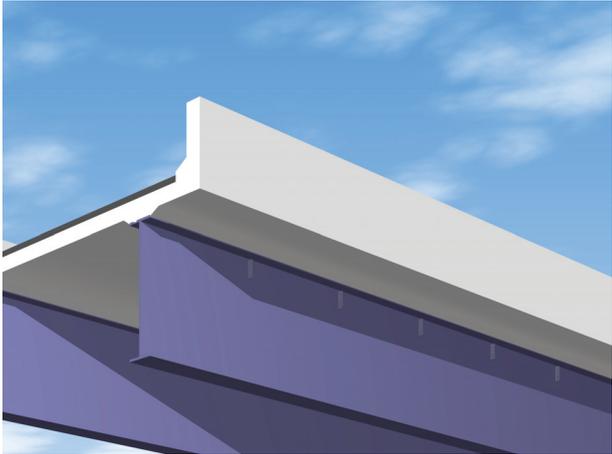
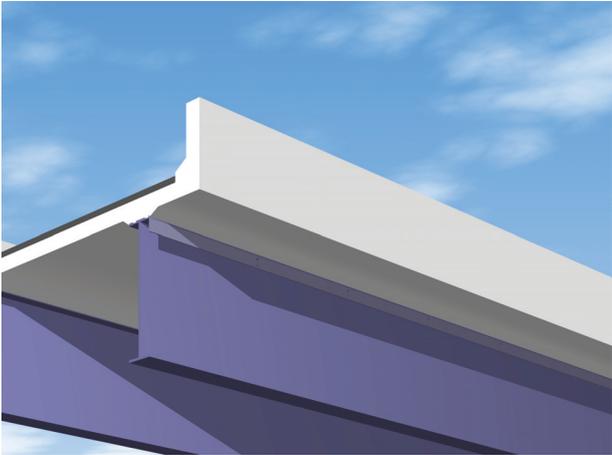
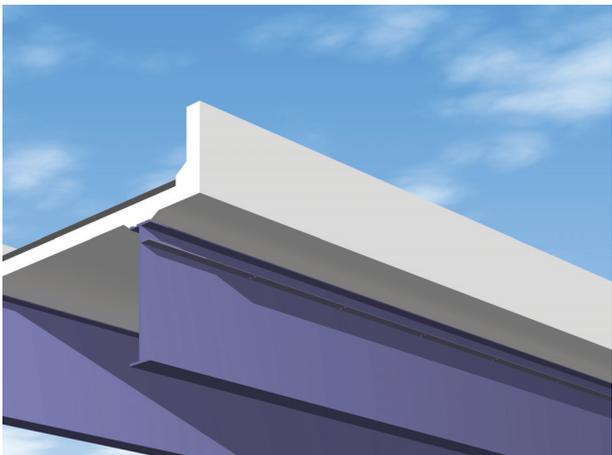
図 1.6.3 のように吊金具を無くすことが景観上望ましいが、支保工・足場を設置するには必要な部材であるため、ここでは見せることに着目し形状検討を行った。



図 1.6.3 吊金具をなくした場合

表 1.6.11 に見せる吊り金具案を示す。標準案に比べ提案①②とも連続性は確保されている。提案①はあえて取り付けたイメージを受け、少し不自然さを感じ、またフランジに溶接することから疲労上問題がある。提案②は二次部材的な位置に取り付くことから不自然さはあまり感じず疲労上問題もない。今後、条件制約がある「設置しない」「隠す」構造より、「見せる」という観点からさらなる構造提案できれば、景観に配慮した吊金具が可能であると考えられる。

表 1.6.11 吊金具の形状提案

	イメージ図	特徴
標準		<p>従来の吊金具</p> <p>小さな部材が取り付くことから連続性に劣る。</p>
提案①		<p>橋軸方向に孔あき板をフランジに取り付け、標準タイプの点ではなく、面として連続性を確保する。</p>
提案②		<p>橋軸方向に孔あき板をウェブに取り付け、標準タイプの点ではなく、線として連続性を確保する。</p> <p>また、桁の内側に取り付ける水平補剛材を外側に変更し、吊金具と兼用する。</p>

1.6.3 まとめ

付属物個々のデザイン性は昨今かなり進んでいると感じられた。今回着目した遮音壁、落下物防止柵、吊金具においては、透光性を確保した遮音壁やグレーチングを採用した落下物防止柵そして「設置しない」・「隠す」・「見せる」といった構造の吊金具の事例があった。しかし、個々のデザイン特性だけでは限界があるため、橋梁設置後の全体的な景観性を考慮する必要がある、遮音壁であれば、壁高欄天端や斜路部に設置される照明柱・標識柱との取り合い部の連続性確保の提案、吊金具であれば、あえて「見せる」という観点からの構造提案などを行うことによって、さらなる景観性の向上が可能であると考えられる。

1.7 化粧板と構造部材を兼ねた桁橋

橋梁の美観性の向上を化粧板のみで解決しようとするには、否定的な意見がある。しかし、都市内における高架橋や横断歩道橋については、要求性能として桁裏を隠すことが求められ、化粧板が必要となるケースが多いことも否めない。そこで、構造的には余力があるが、あえて桁裏を鋼板で覆い化粧板と構造部材を兼ねた桁橋の有効性について検証を行った。

1.7.1 事例調査

（1）化粧板と構造部材を兼ねた桁橋のデザイン事例

表 1.7.1 化粧板を兼ねた桁橋のデザイン事例（横断歩道橋）

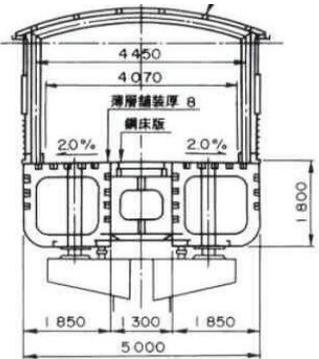
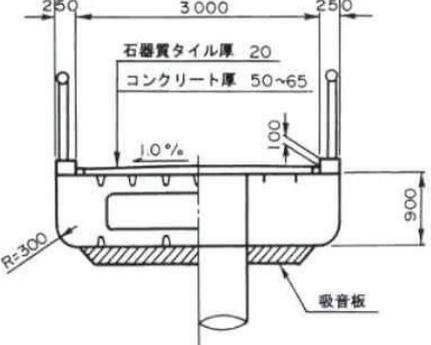
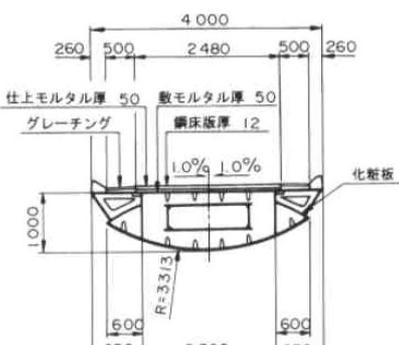
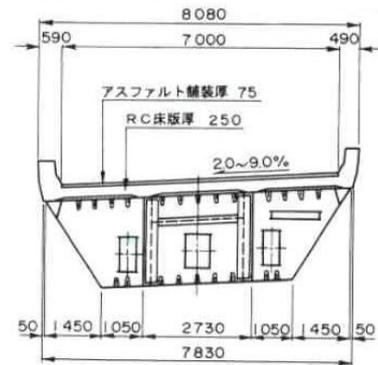
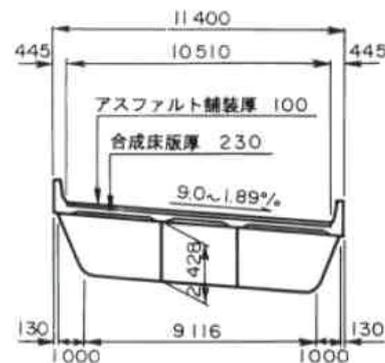
<p>矩形 2BOX 箱桁／りふれはし</p> 	
<p>矩形 1BOX 箱桁／上古川歩道橋</p> 	
<p>R形状 1BOX 箱桁／鷹野橋歩道橋</p> 	

表 1.7.2 化粧板を兼ねた桁橋のデザイン事例（道路橋）

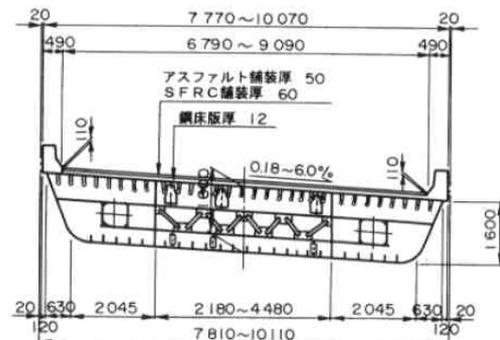
逆台形多室箱桁／つくば JCT ランプ橋



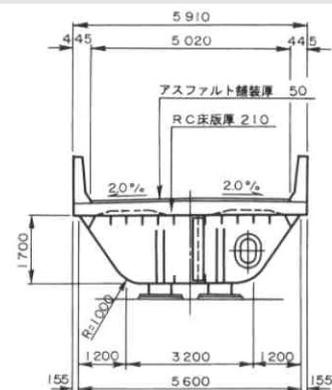
逆台形多室箱桁／海老名北 JCT ランプ橋



逆台形多室箱桁／金沢森本 IC ランプ橋



逆台形箱桁／上ヶ山第一橋



（2）化粧板のデザイン事例

表 1.7.3 化粧板のデザイン事例

<p>歩道橋／合同庁舎前高架橋</p> 	<p>歩道橋／大宮ほこすぎ橋</p> 
<p>歩道橋／新長田歩道橋</p> 	<p>歩道橋／塩山ふれあいの森総合公園歩道橋</p> 
<p>道路橋／西念高架橋</p> 	<p>道路橋／首都高速道路（日本橋上）</p> 
<p>道路橋／千波大橋</p> 	<p>道路橋／東京外環自動車道</p> 

1.7.2 試設計による有効性の検証

要求性能として桁裏を覆い隠すことが求められることを前提として、構造的には鈹桁橋で十分であるが、あえて箱桁橋として化粧板を不要とした場合の有効性について、表 1.7.4 に示すモデルケースにより経済性の比較を行った。モデルケースは支間長 20m の単純鋼床版桁歩道橋とした。

表 1.7.4 化粧板と構造部材を兼ねた桁橋の有効性

	CASE 1 鈹桁+全面化粧板	CASE 2 箱桁+側面化粧板
断面図		
鋼重	19.78 t (0.845)	22.85 t (0.976)
本體工費	24,600 千円 (0.885)	26,500 千円 (0.953)
化粧板費	9,900 千円	5,100 千円
合計工費	34,500 千円 (1.241)	31,600 千円 (1.137)
	CASE 3 逆台形箱桁	
断面図		
鋼重	23.40 t (1.000)	
本體工費	27,800 千円 (1.000)	
化粧板費	0 千円 (0.000)	
合計工費	27,800 千円 (1.000)	

1.7.3 まとめ

試設計による検証の結果、CASE 3（逆台形箱桁）に対して、CASE 1（钣桁＋全面化粧板）でおよそ 24% 増、CASE 2（箱桁＋側面化粧板）でおよそ 14% 増コスト高となり、化粧版を兼ねた桁橋の経済性の有効性を確認できた。これは、構造的に無駄となる（力学的に余力のある）桁形状であっても、要求性能によっては有効であることを示している。

しかし、化粧版を兼ねた桁橋の場合、製作製が劣ることに加え、鋼板の溶接による凹凸（やせうま）はどうしても解消困難な問題であり、それに対して化粧版の場合、ルーバーによる軽やかさや、裏面吸音性能を付加することが出来ることなどの利点も重要な要素となる場合もある。したがって、要求性能に応じた形式の選定が必要であるが、本検討により、化粧を必要とする場合でも構造的な工夫によりコストを抑えた橋梁が提供できることが確認できた。

なお、今回実施した試設計のモデルケースは支間 20m の単純上路鋼床版歩道橋という特異なケースの試算であり本体工費は通常の道路橋に比べ高くなること、また、化粧板単価は 90 千円/m²として試算していることから、あくまで一例であり、実設計に際しては条件に応じた検証が必要である。

1.8 まとめと今後の課題

本章では、桁側面の形状に着目し、ブラケット、下フランジ、遮音壁や吊金具のデザインの要点を検討した。また、鋼橋の特徴である防錆処理の塗装色彩にも着目し、光沢度について検討を行った。

ブラケット、下フランジのデザインでは、面的要素しかない桁橋の側面にブラケットによりアクセントを与えることは有効であり、そのデザインにより機能性や柔らかさ、軽快さなどの印象をコントロールできることが分かった。また、下フランジとウェブ面の構成、例えばエッジにRを付けたり、台形断面の傾斜角度の大きさ、下フランジのR処理についても印象をコントロールできる要素であることが分かった。今後のデザインの展開の足がかりになったと思われる。

遮音壁のデザインでは、遮音壁と照明柱・標識柱との取り合いや斜路部における遮音壁と照明柱との取り合いについて、連続性を保つ工夫を検討した。吊金具でも吊りピースが目立たない工夫を行った。実務の中では見過ごしがちな内容であるが、これらの小さな工夫が景観の向上につながることを確認できた。

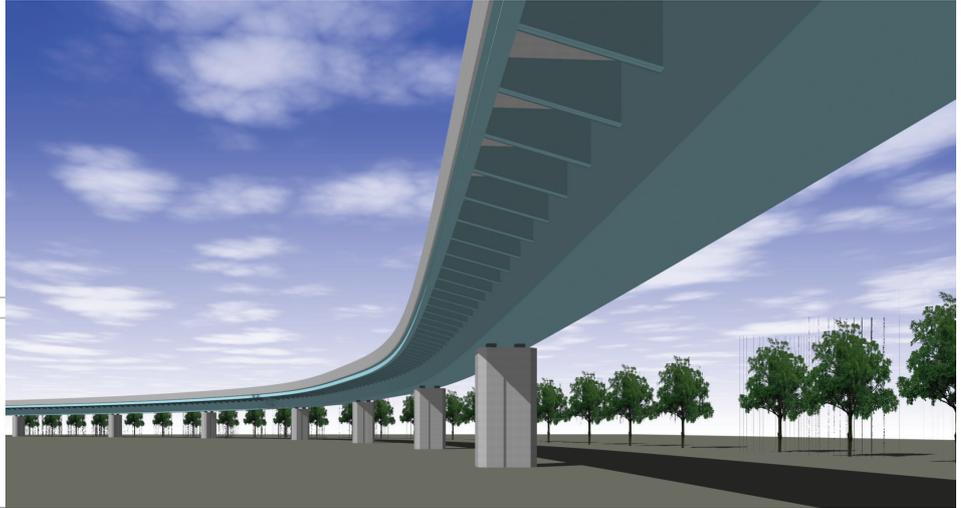
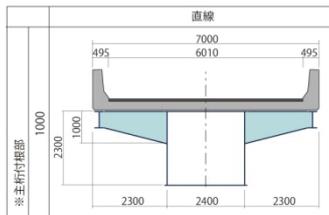
塗装では色彩の選定が主となるが、本検討では、光沢に着目し車の塗装のようなつややかな塗装が可能か、逆につや消しの塗装は有効であるかを検討した。塗装条件からつややかな塗装には限界があることが分かった。光沢度の低い塗装については、汚れが目立たない、コンクリート橋との相性の良さなどから、今後さらに検討すると興味深いテーマであると思われる。

桁橋 WG では、メンバーの興味のあるテーマに対して事例調査を行い、アイデアをCGにより視覚化し、その見え方や印象を確認して進めてきた。そのため、テーマが多くなり広く浅い内容になってしまったが、メンバーの知識向上や景観検討の着眼点が明確になったと思われる。この成果が実務の助けとなれば幸いである。

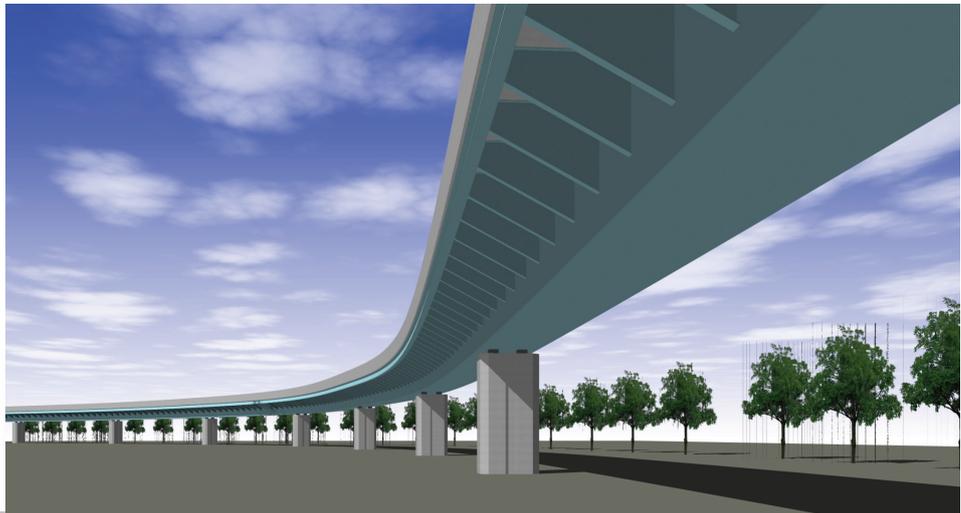
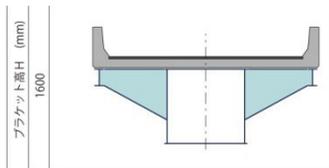
1.9 CG 視覚資料

(1) ブラケットのデザイン

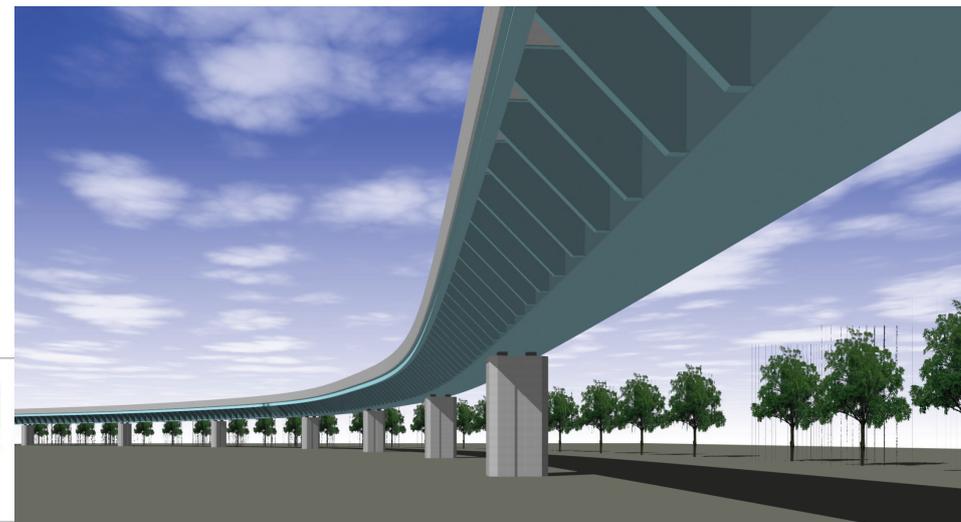
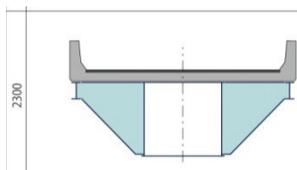
01 案 標準



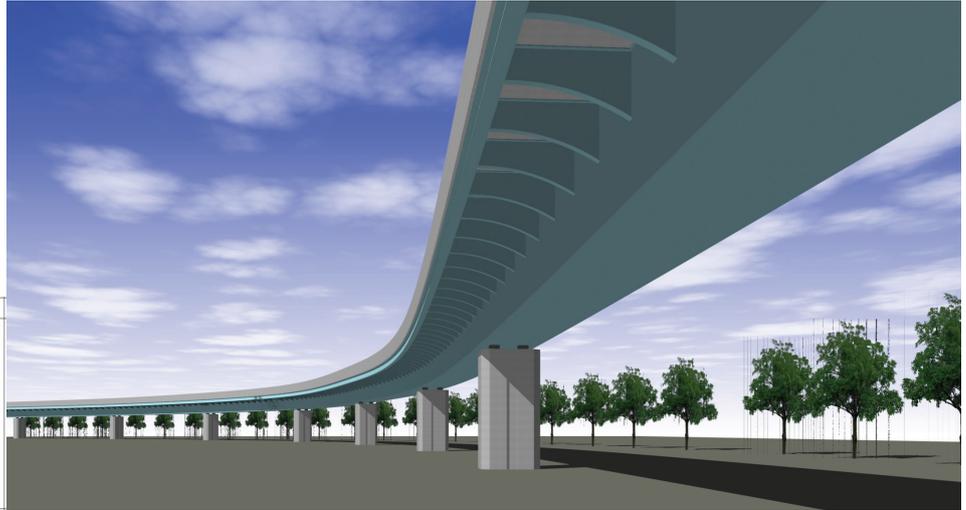
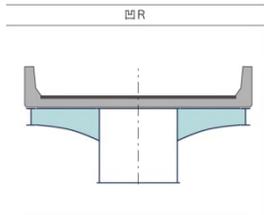
02 案 付け根中



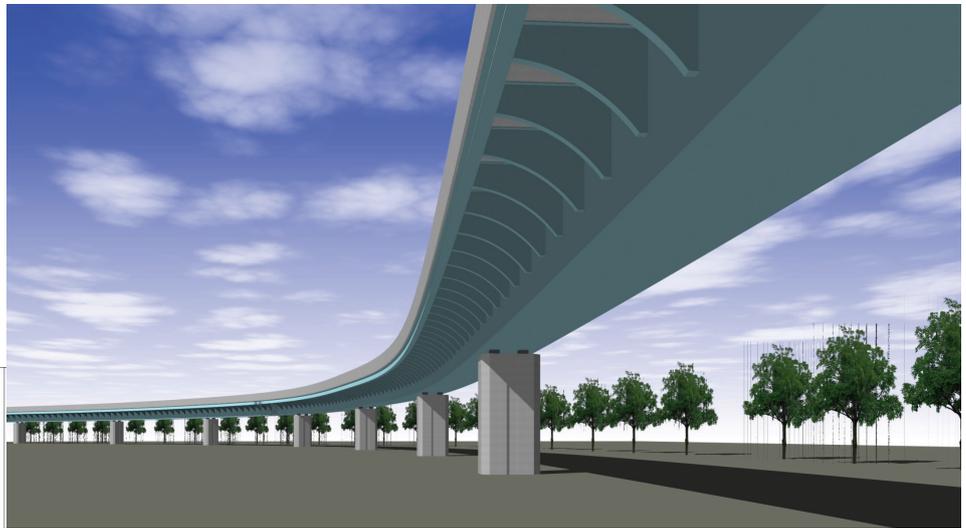
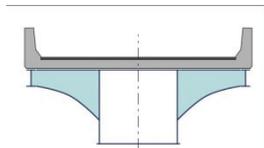
03 案 付け根大



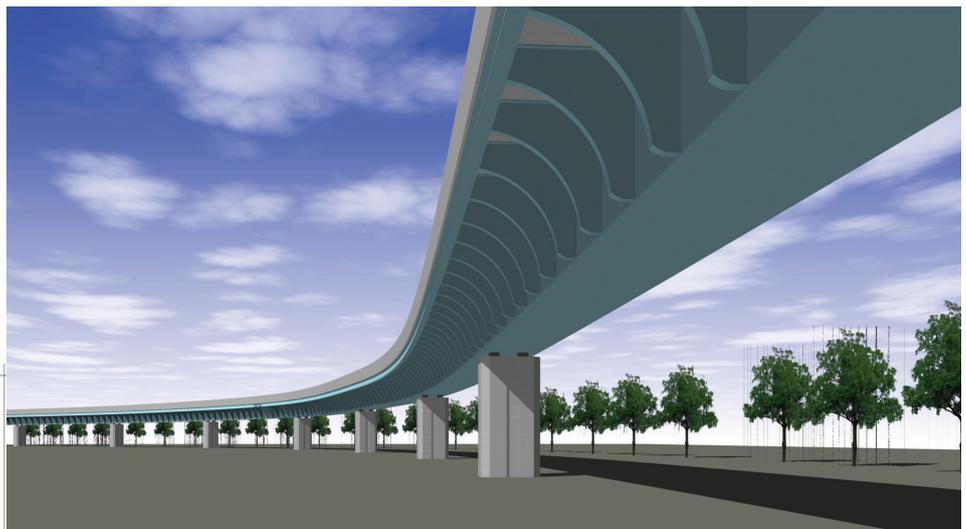
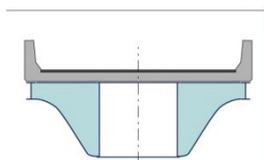
04 案 凹R



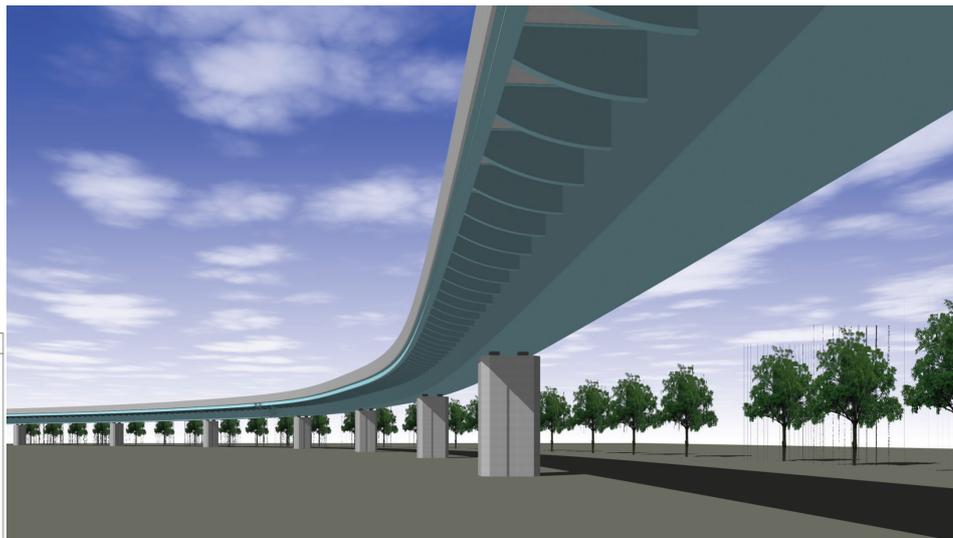
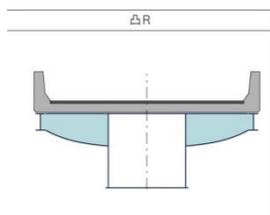
05 案 凹R 付け根中



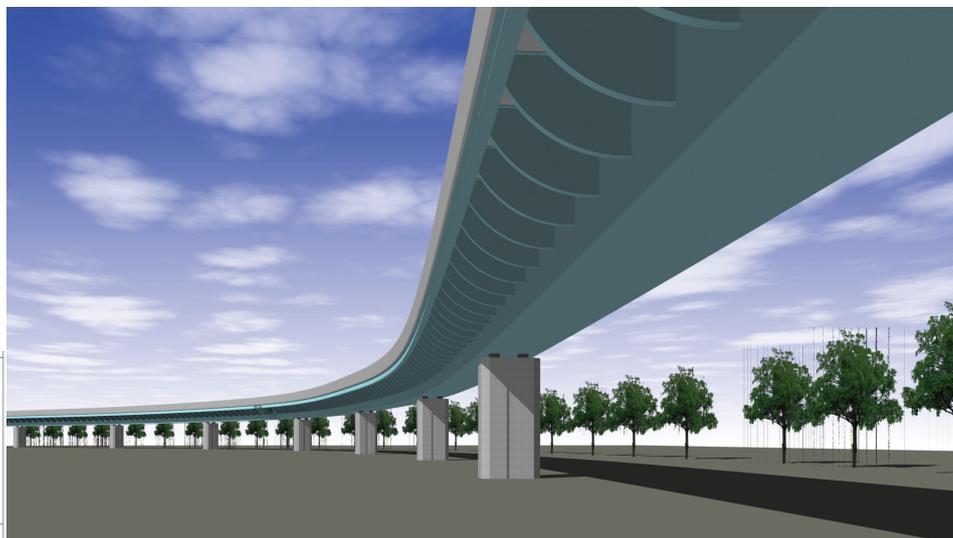
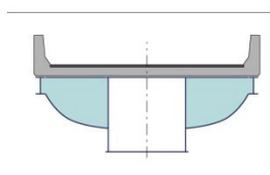
06 案 凹R 付け根



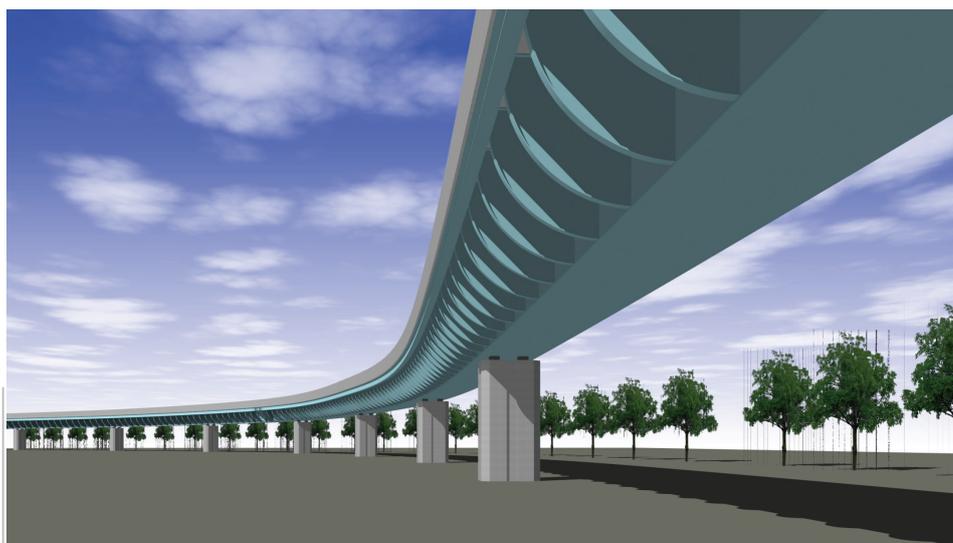
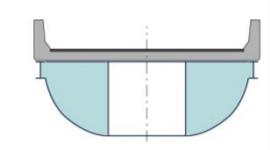
07案 凸R



08案 凸R 付け根中

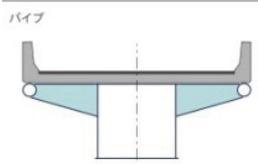


09案 凸R 付け根大

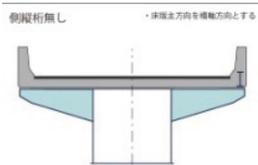


（2）側縦桁のデザイン

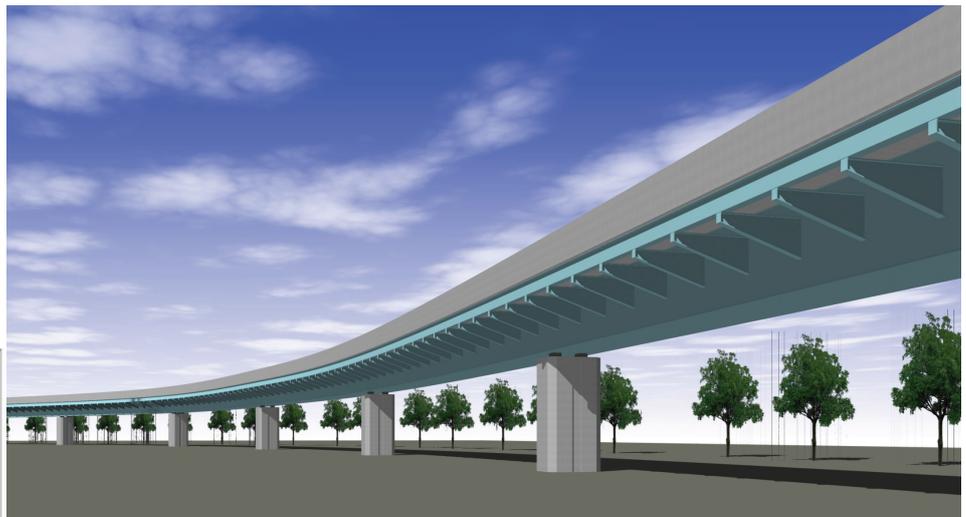
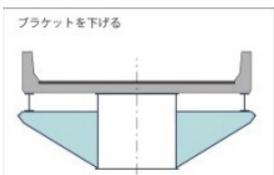
01 案 パイプ



02 案 側縦桁無し

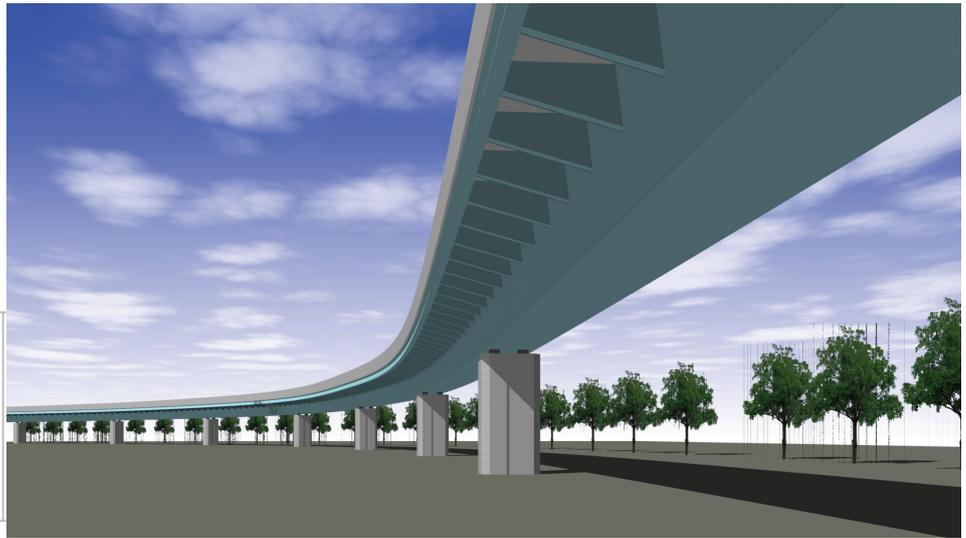
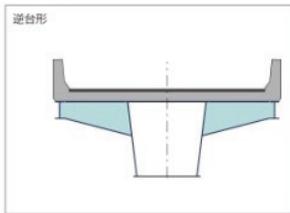


03 案 ブラケット下げる

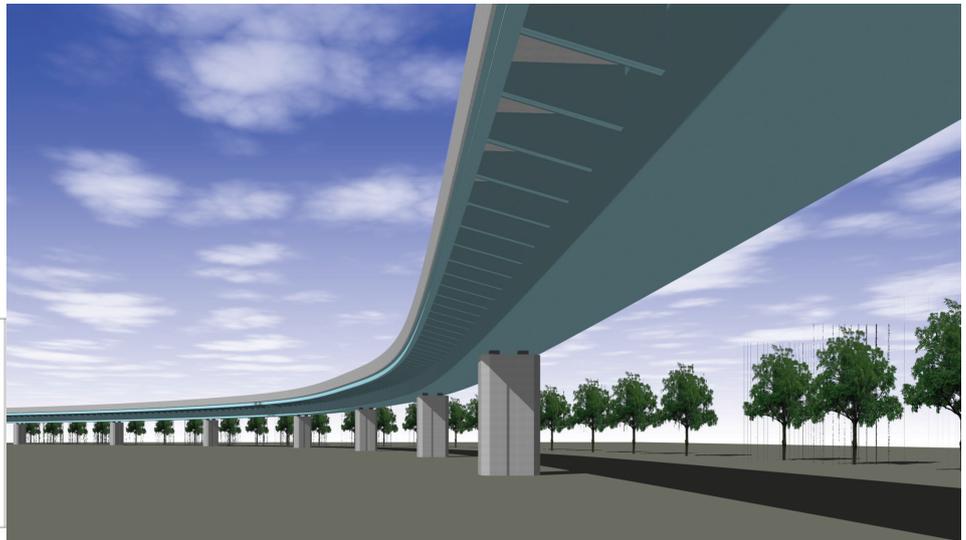
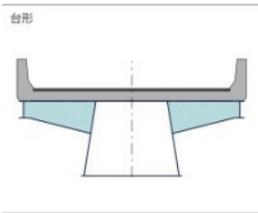


(3) 下フランジのデザイン ①箱桁断面の形状

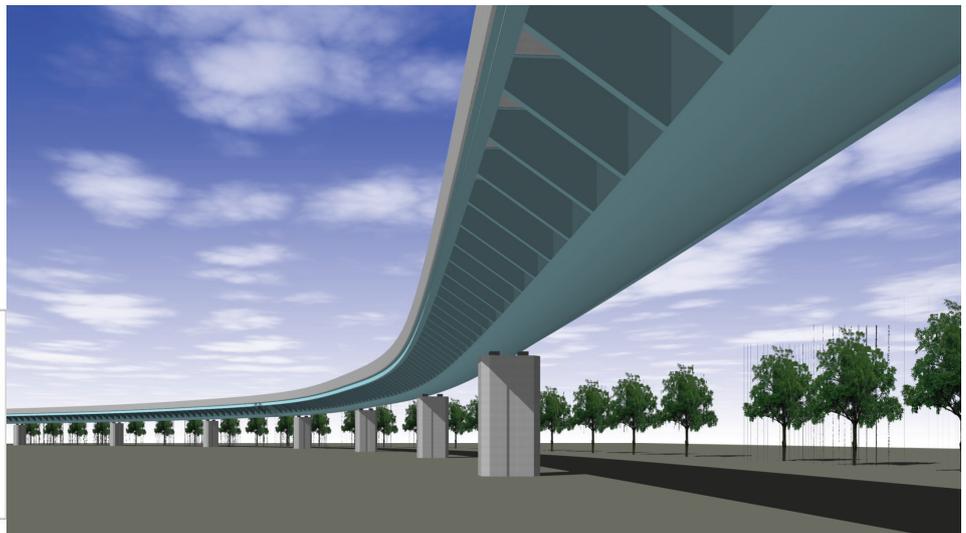
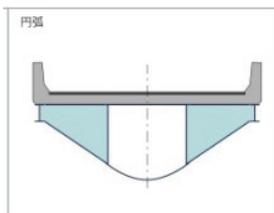
01案 逆台形



02案 台形

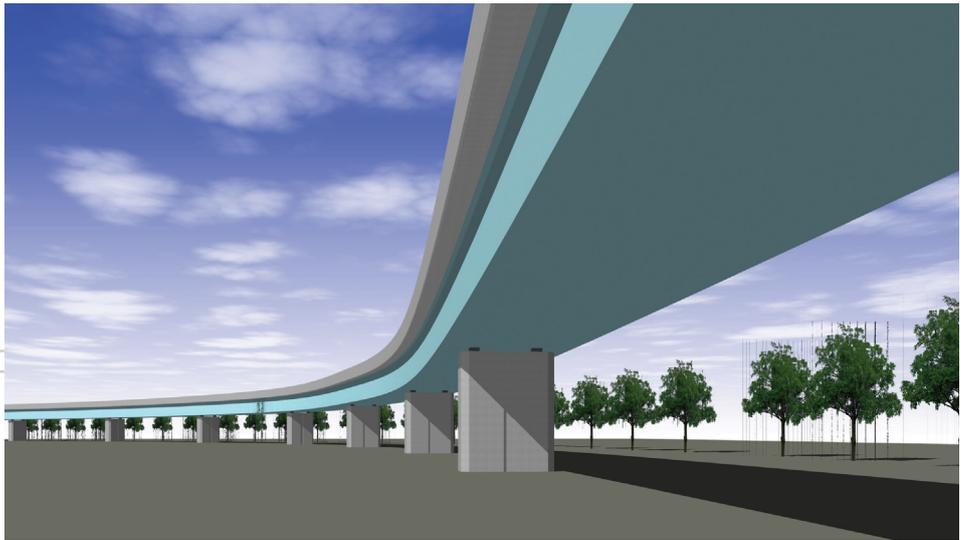
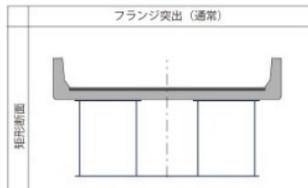


03案 円弧

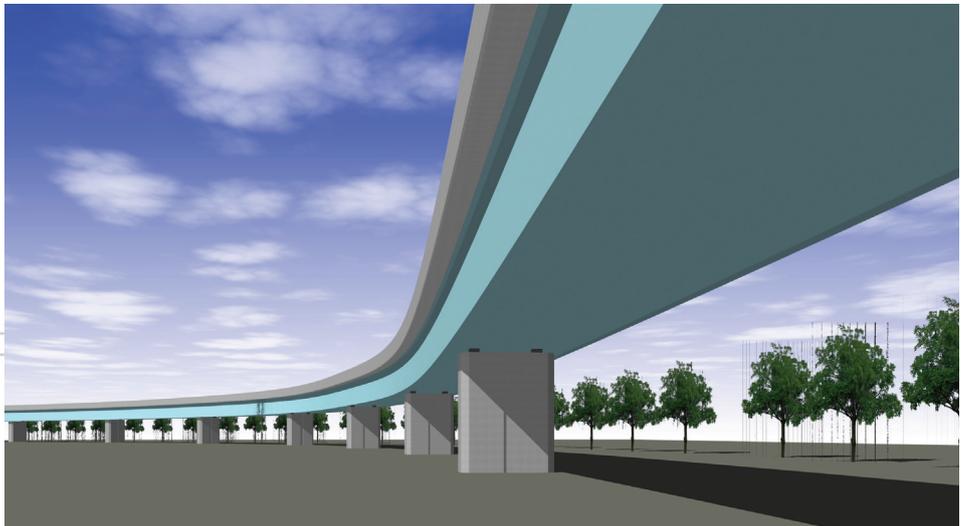
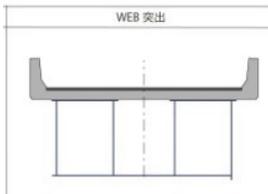


（4）下フランジのデザインウェブ ②傾斜とエッジの処理

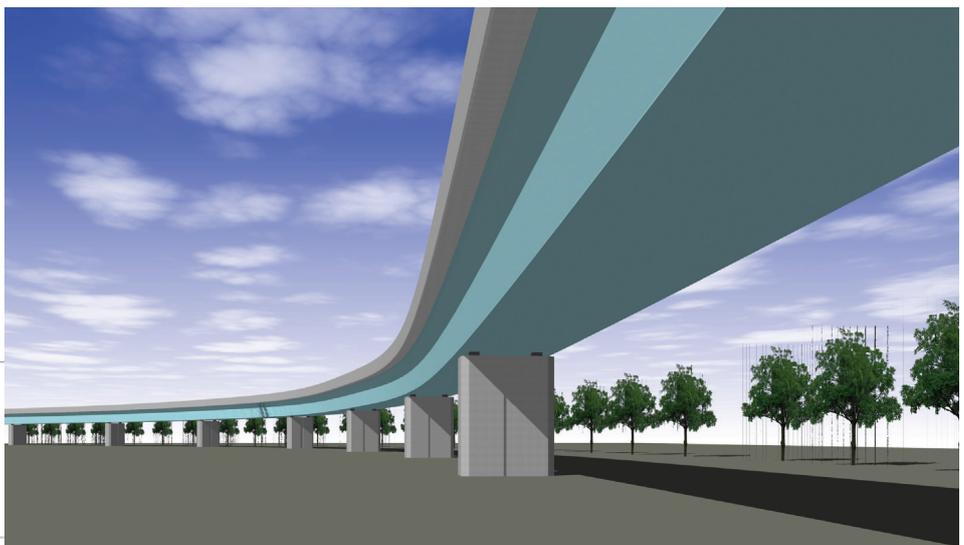
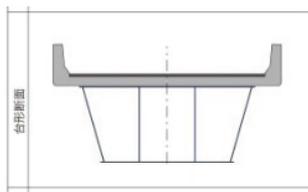
01案 矩形 通常



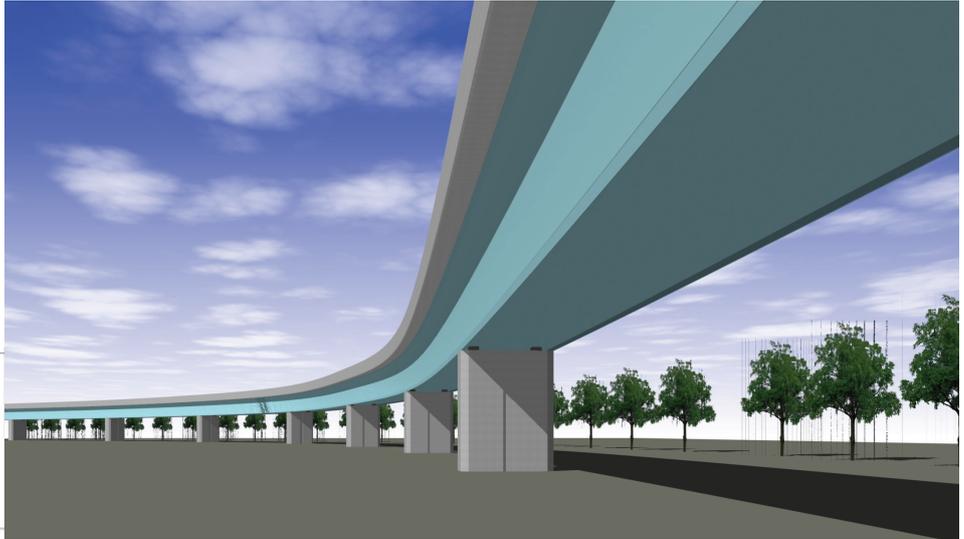
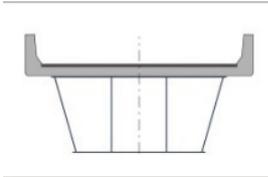
02案 矩形 ウェブ突出



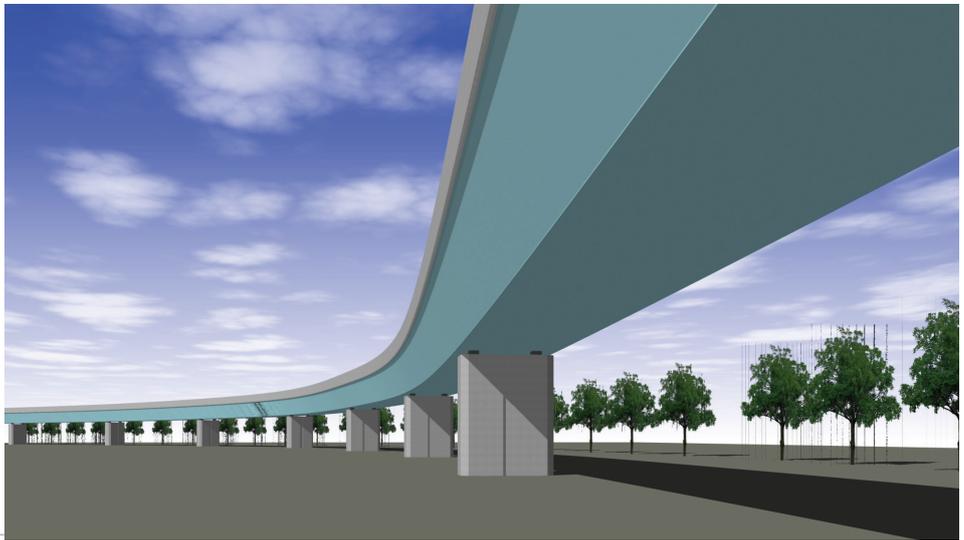
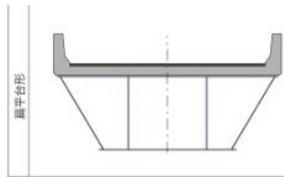
03案 逆台形 通常



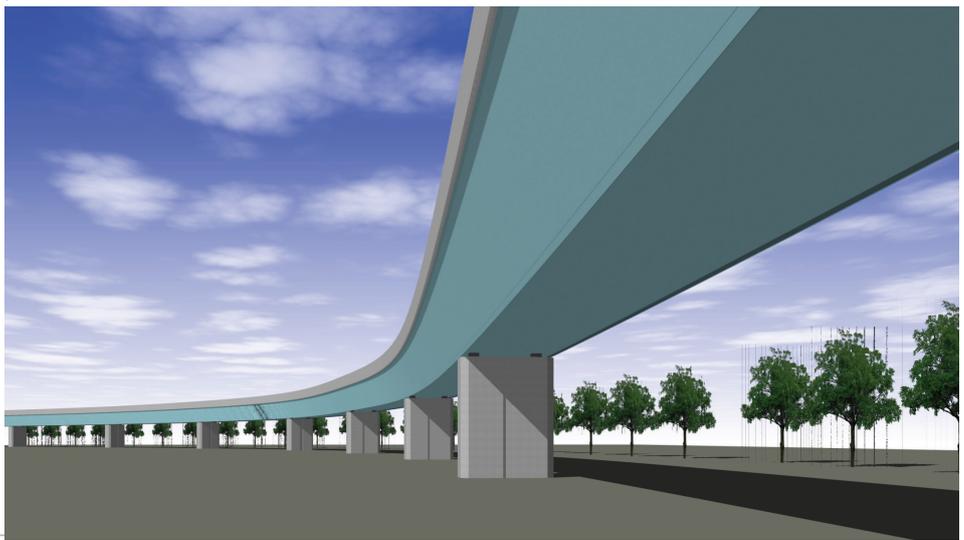
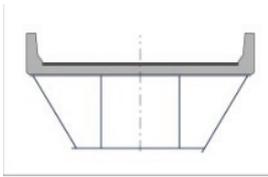
04 案 台形 ウェブ突出



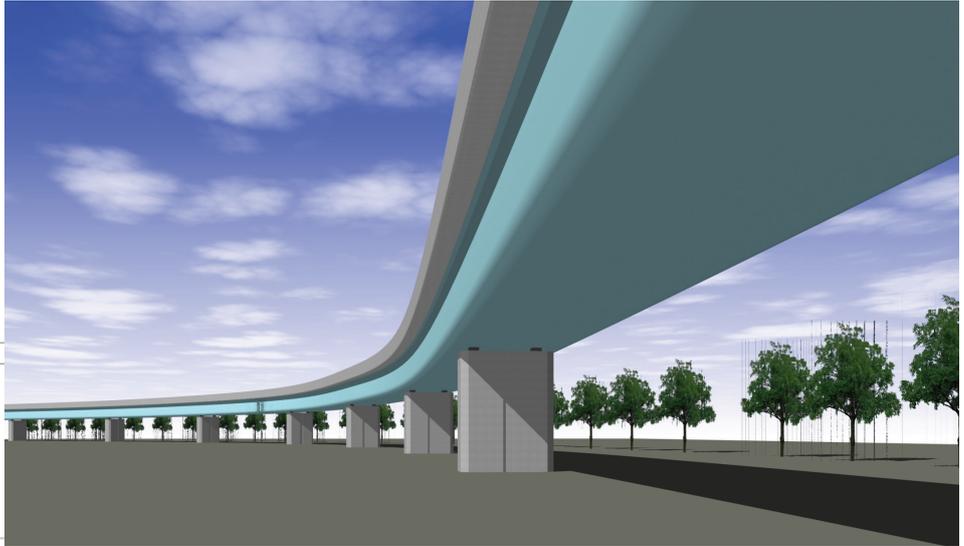
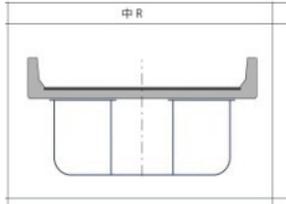
05 案 扁平台形 通常



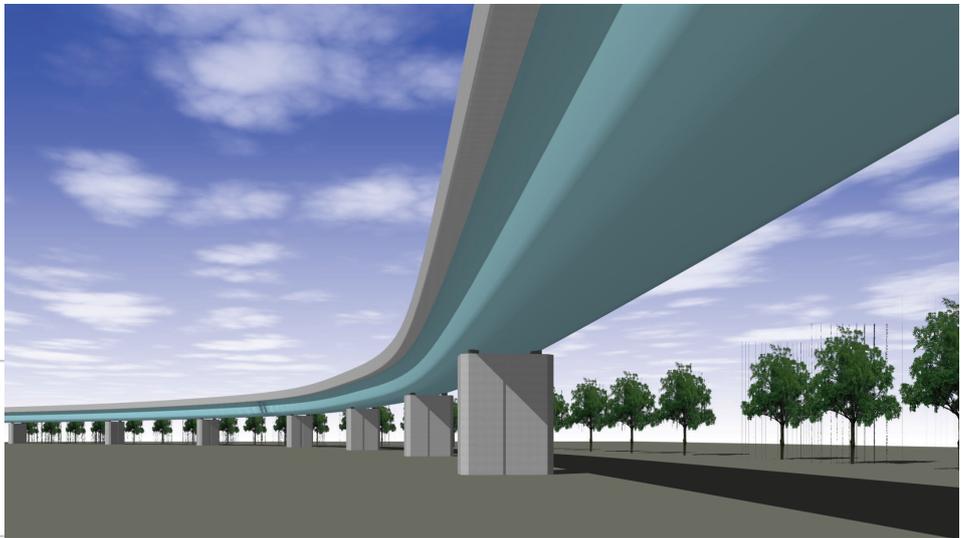
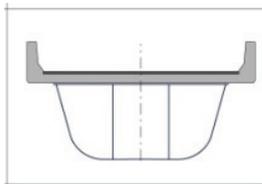
06 案 扁平台形 ウェブ突出



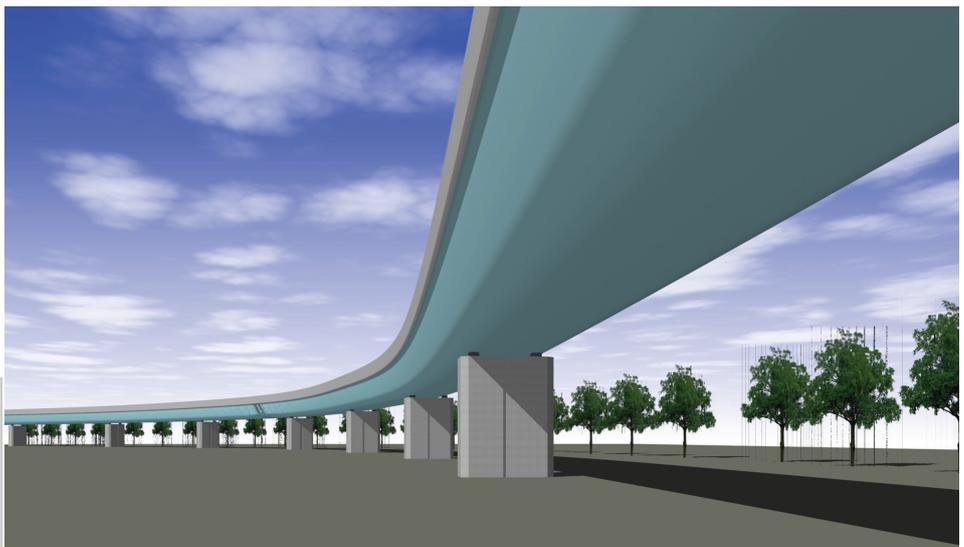
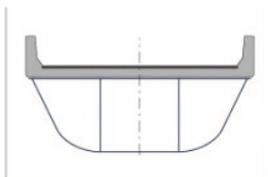
07案 矩形 中R



08案 台形 中R

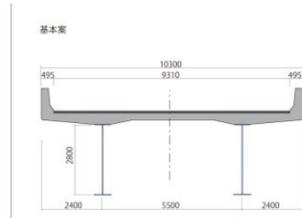


09案 扁平台形 中R

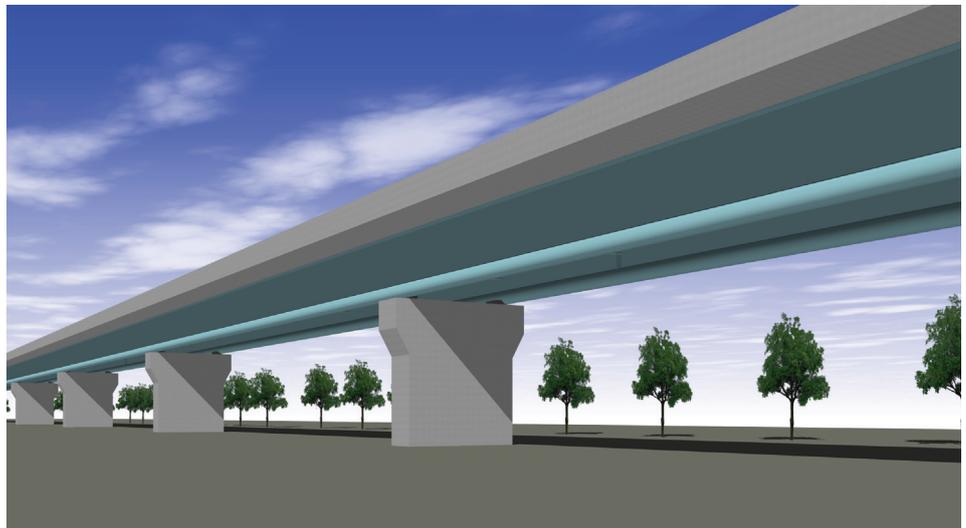
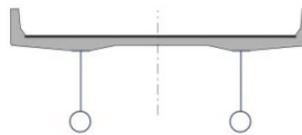


(5) 鈹桁のデザイン

01 案 標準



02 案 パイプ



03 案 ブラケット

