

デザインコンペティション事例から見た 現代の橋梁デザインの価値と特色

5219D021-0 田中万琳*

本研究は、現代の橋梁デザインの価値と特色を明らかにすることを目的とする。まず、2000年以降に国内外で実施された76件の橋梁デザインコンペに関する情報を分析し、橋梁に創出しようとする価値として、橋梁が通行行為や通行空間に付加価値を与えること、地域の中で交通機能改善以外の役割を担う存在であること、都市・地域全体に貢献すること、環境への配慮の4点を明らかにした。その後、現代の橋梁デザインを牽引する7つの設計組織の設計思想等を調査し、その論点を、最適な構造の選定、利用者の身体性と造形の結び付け、都市の文脈の理解、意匠と構造の統合、構造物デザインによる都市づくりの5つに整理した。そして橋梁設計の実務・有識者へのヒアリング調査から、現代では特に環境配慮に関する価値や、都市性に関する設計思想の重みが増大しつつあること等が示唆された。

Key Words : 橋梁デザイン, コンペティション, 受賞作品, 定性的コーディング, 21世紀

1. 序論

(1) 本研究の背景と目的

橋梁デザインの考え方は時代と共に変化してきた。ルネサンス期に橋梁の外観に美しさを求めることが顕著になり始め、新たな材料を駆使する技術開発も行われてきた。また安全性や経済性を満たす美しい橋梁が、優れていると言われるようになった¹⁾。そして1980年代には、これら以外にも様々なことを橋梁に求める動きが起きた。例えば、これまで別々に扱われていた「コンセプトデザイン」と「構造デザイン」を統合する動きが世界的に広がった²⁾。日本においても、地域の歴史、文化、生態系に配慮した使いやすく美しい橋梁が求められるようになった³⁾。これらのような変化を受けて様々なことが求められるようになってきたと考えられる現代であるが、その具体的な特色は整理されておらず、具体的にどのような価値を橋梁に見出そうとする動きがあるのかは明らかになっていない。

橋梁デザイン分野における現代の動きの中でもう1つ顕著であるのが、コンペティション(以下、コンペ)の定着である。コンペとは、橋梁のデザインを決めるに際して、発注者が求める条件を示し、それに合致した設計案を募り最優秀賞を選ぶ方式⁴⁾である。橋梁のコンペは欧州を中心に盛んに行われてきた。後れを取っていた日本でも、2000年に欧州への視察が行われたことを契機に普及し始めた⁵⁾。2008

年には広島県で国内初の国際コンペが行われるなど、着実にその事例は増えてきている。また、2013年にIABSEがGuidelines for Design Competitions for Bridges⁶⁾を世界に向けて発刊し、2015年にその日本語版⁷⁾が公開された。さらに2018年には、土木学会建設マネジメント委員会が土木設計競技ガイドライン同解説・資料集⁴⁾を国内向けに発刊した。これらにより、国内外ともに、発注者がコンペを通じて優れたデザインを調達できるようになってきた。

コンペは、これから建設する予定の橋梁のデザイン案を評価するものであるため、橋梁に創出したいと思っている価値を評価するものだと捉えることができる。そこで、本研究ではまず、2000年以降に国内外で実施された複数のコンペを調査し、重要視されたことを把握する。また特に受賞経験が豊富な設計組織に着目し、設計事例や設計思想を調査する。その後、橋梁設計の実務・有識者へのヒアリング調査を通じて、それらの考察の妥当性を確認し、関連する情報を得る。これらにより、現代の橋梁に創出しようとする価値及びデザインの特色を明らかにすることを目的とする。

(2) 既存研究の整理と本研究の位置づけ

橋梁デザインの事例研究には以下がある。まず特定の都市や地域内の橋梁を対象とした研究として、高浦⁸⁾は東京、佐々木⁹⁾は大阪市内、阿久井ら¹⁰⁾⁻¹⁴⁾は東京、大阪、横浜、神戸、名古屋の市街地、中井

*早稲田大学大学院創造理工学研究科建設工学専攻 景観・デザイン 佐々木葉研究室 修士2年

¹⁵⁾は隅田川橋梁群を対象に、そのデザインの特徴を明らかにした。これらは全て戦前を対象としている。海外にはJames¹⁶⁾による20世紀の米国カリフォルニア州の設計の特徴を明らかにした研究がある。

特定の国内全域を対象とした研究には以下のものがある。上田¹⁷⁾は、高度経済成長期に建設された国内の橋梁の特質を明らかにした。山本¹⁸⁾や佐々¹⁹⁾は、戦前から20世紀末頃までの日本の橋梁のデザインを俯瞰し、橋梁デザインの流れを論じた。外国を対象とした研究として、Júlio²⁰⁾はポルトガル、Bertha²¹⁾はメキシコ、Kang²²⁾はドイツ、山下²³⁾はフランスを対象に、各国の歴史的な橋梁について、デザインの特徴を明らかにした。コンペの橋梁を対象とした研究として、Jussi²⁴⁾によるフィンランド国内のコンペ事例の特徴を分析し、将来的な傾向を示唆した研究があり、複数のコンペを対象とした研究はこの1編のみである。

欧州全域を対象とした研究として、鈴木²⁵⁾は19世紀後半から20世紀前半の橋梁のデザインや景観論の変遷を、Alessio²⁶⁾は橋梁の起源と言われる旧石器時代の木橋から鉄筋コンクリート橋梁が普及した20世紀頃までの、欧州における橋梁デザインの全体的な流れを論じている。

以上のように橋梁デザインの特色を明らかにした研究は多く存在するが、歴史的橋梁や20世紀が対象である。またコンペを対象とした研究も少ない。本研究は、21世紀という橋梁デザインの新たな時代を対象に、コンペに着目して橋梁に見出せ得る様々な価値やデザインの特色を明らかにする点に新規性がある。

(3) 研究の流れ

本研究は、複数のコンペと代表的な設計組織の作品等を対象とした事例調査から、帰納的にその特質を明らかにしようとする研究である。そのため2章では、2000年以降に国内外で行われた橋梁コンペの事例を収集し、それらの基本情報を整理する。次に3章で、2章で収集したコンペ事例情報のテキスト分析を行い、橋梁に創出しようとしている価値を考察する。4章では、2章で収集したコンペ事例において最優秀賞を受賞した主要な設計組織に着目し、設計思想や設計事例を調査する。その調査結果をもとに、橋梁デザインの論点を整理する。そして5章では、橋梁設計の実務・有識者へのヒアリングを通じて、3章及び4章の考察内容の妥当性を検証するとともに、関連する情報を収集する。最後に6章で、橋梁に創出しようとする価値とデザインの特色を、結論として示す。

2. コンペのテキスト分析の概要

(1) コンペ事例に関する情報の収集方法

まずコンペを実施した事実が確認できる橋梁を、関連書籍²⁴⁾⁷⁾²⁷⁾²⁸⁾、関連専門雑誌²⁹⁾³⁰⁾、関連ウェブサイト³¹⁾³²⁾を用いてリストアップする。その後、リストアップした各橋梁のコンペについて、インターネットや文献を用いて以下の4項目に関する詳細な情報を収集する。

- ① 基本情報：
 - 橋種・所在地・実施期間・審査員・コンペ種類 等
- ② コンペの概要：
 - 実施要項・審査の評価基準 等
- ③ 最優秀賞の橋梁案：
 - 設計案の特徴・審査員の評価ポイント 等
- ④ 2位以降の橋梁案：同上

(2) 対象とするコンペの概要

前節(1)に記した②～④の内、少なくとも1つの情報が十分に得られたコンペは76件であった。それらのコンペの実施年、所在地、橋梁名、橋種、収集した情報の有無の一覧を表-1に示す。

76のコンペの内、歩道橋が31件で最も多く、続いて歩行者自転車橋が18件、道路橋が17件で多い。また跨川橋が52件と圧倒的に多く、次いで跨道橋が13件である。

コンペの種類別に見ると、特に国際コンペとオープンコンペは対になって行われることが多く、76のコンペの内30件が国際オープンコンペである。また76のコンペの内、実施型コンペが63件であるが、その中でも特にフルデザインの国際オープン2段階コンペが15件で最も多い組み合わせである。

(3) 橋梁コンペで重要視されている事柄の抽出方法

橋梁に創出しようとする価値を明らかにするために、まず前節(1)に示した②～④に関する情報を対象に、定性的コーディング³³⁾を行う。具体的には、図-1に示す例のようにラベル付けを行うことで、コン

収集したテキスト情報	定性的コーディングによるラベル付け
本橋は歴史的文化資源である要塞に隣接するため、Banja Luca 2024と呼ばれるBanja Luca市の文化促進事業に関連付けて、本橋が市内のシンボルの1つとなることが期待された。またそれにより要塞の知名度も向上することも期待された。さらに、事業主であるBanja Luca市は、川はコミュニティの結節線でありながら分断線となり得ると指摘し、川の役割を前者のような良い方向に導くことができる橋梁の設置の必要性を唱えた。審査員は審査開始後に、全ての提案が、周辺植物等への配慮に優れているがゆえに謙虚で目立たない橋梁か、若しくは、新たな風景を創出するた	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">市の文化促進事業に関連付けたい</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">市内のシンボルの1つとなる橋を期待</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">橋に隣接する歴史的文化資源の知名度向上を期待</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">川で分断されたコミュニティの結節点となる橋</div>

図-1 定性的コーディングによるラベル付けの例

ペで重要視されていることを整理する。分析に際してこれらのテキスト情報に着目する理由は、コンペの事業主体、設計者、審査員が橋梁に創出したいと考えていることが言語化されていると考えられるからである。ラベル付けを終えた後、当該コンペで得られた全てのラベルを KJ 法によって分類し、各カテゴリーに名前を付ける。このようにして得られるカテゴリー名を、当該コンペで特に評価された事柄

であると考え。上記の一連の分析を、表-1 に示した 76 件について行い、得られた全てのカテゴリー名を整理することで、コンペで評価された橋梁に創出しようとする事柄を明らかにする。また、収集したテキストデータが英文の場合、ラベル付けは英文で行う。そして KJ 法で分類を終えた後、カテゴリー名は、日本語の事例と同一に扱うために日本語で名付ける。

表-1 テキスト分析対象の 2000 年以降に行われた橋梁コンペ一覧

no	コンペ実施年	国	地域	橋梁名	橋種	コンペ概要	最優秀	2位以降	no	コンペ実施年	国	地域	橋梁名	橋種	コンペ概要	最優秀	2位以降
1	2000	中	香港	Stonecutters Bridge	道路橋	○	○	×	39	2010	米	California	Trestles Beach footbridge	歩道橋	○	○	○
2	2000	諾	Drammen	Øvre Sund Bridge	道路橋	×	○	×	40	2011	英	London	North Sheen Footbridge	歩道橋	○	○	×
3	2003	英	Stockton-On-Tees	Infinity Bridge	歩行者自転車橋	○	○	×	41	2011	仏	Bordeaux	Pont Jean-Jacques Bosc bridge	道路鉄道橋	×	○	×
4	2003	英	Yorkshire	Castle Ford Footbridge	歩道橋	○	○	×	42	2011	蘭	Amsterdam	Amsterdam Iconic Pedestrian Bridge	歩行者自転車橋	○	○	○
5	2003	韓	Seoul	清溪川橋梁(計20橋)	歩道橋5道路橋15	○	○	×	43	2011	独	Landsberg	Landsberg footbridge	歩行者自転車橋	×	○	×
6	2003	日	大阪/大阪市	戎橋	歩道橋	○	○	×	44	2011	芬	Helsinki	Kruunusillat light rail bridge	鉄道橋	○	○	×
7	2005	日	大阪/大阪市	浮庭橋	歩道橋	○	○	×	45	2012	仏	Paris	New Contemporary Bridge (正式名称不明)	歩道橋	×	○	×
8	2006	日	岐阜/各務原市	各務原大橋	道路橋	○	○	○	46	2012	米	Ohio	Detroit Superior Bridge	歩道橋	○	○	○
9	2006	日	宮城/仙台市	広瀬川橋りょう	鉄道橋	○	○	○	47	2012	英	Gloucester	Castlemeads Footbridge	歩道橋	○	×	×
10	2006	英	Liverpool	Pennington Road Footbridge	歩道橋	○	○	×	48	2012	豪	Adelaide	Torrens footbridge	歩道橋	○	○	×
11	2006	蘇格	Glasgow	Tradeston Footbridge	歩行者自転車橋	×	○	×	49	2012	米	Los Angeles	6th street bridge	道路橋	○	○	×
12	2007	英	London	Olympic Park Footbridge	歩道橋	○	○	×	50	2013	捷	Prague	Bridge-Building over the Vltava River	不明	○	×	×
13	2007	日	大阪/大阪市	阿倍野歩道橋	歩道橋	○	○	×	51	2013	英	Greater Manchester	Salford Meadows Bridge	歩道橋	○	○	○
14	2007	英	sheffield	Sheffield Parkway Bridge	歩道橋	○	○	×	52	2013	独	Hamburg	Southern Elbe crossing	高速道路橋	○	○	×
15	2007	瑞西	Sankt Gallen	Tamina Canyon Bridge	道路橋	○	○	×	53	2013	瑞典	Gothenburg	Hisingsbron (名称不明)	道路橋	○	○	×
16	2008	愛蘭	Liffey Valley	Metro West Liffey Bridge	鉄道橋	○	○	×	54	2014	英	London	nine elms pimlico bridge	歩行者自転車橋	○	○	×
17	2008	英	不明	River Douglas footbridge	歩道橋	○	×	×	55	2015	英	Bath	Bath Quays Bridge	歩道橋	○	○	×
18	2008	英	Leicester	River Soar Footbridge	歩行者自転車橋	○	○	×	56	2015	英	cornwall	Tintagel Castle Footbridge	歩道橋	○	○	○
19	2008	英	Manchester	New Islington Footbridge	歩道橋	×	○	×	57	2015	日	宮城/本吉郡	復興の橋	歩道橋	○	○	○
20	2008	日	広島/広島市	平和大橋	歩道橋	○	○	○	58	2015	台湾	新北市	Danjiang bridge	高速道路橋	○	○	×
21	2008	蘭	Rotterdam	Rijnhavenbrug	歩行者自転車橋	○	○	×	59	2015	米	Atlanta	Atlanta Bridgescape Competition	歩行者自転車橋	○	○	○
22	2008	蘇格	Edinburgh	Forth Replacement Crossing	道路橋	○	○	×	60	2017	捷	Prague	Karlín Holešovice bridge	歩行者自転車橋	○	○	○
23	2009	威	North wales	Foryd Harbour Bridge	歩道橋	×	○	×	61	2017	韓	Seoul	yangjaegogae eco bridge	歩行者動物橋	○	○	×
24	2009	英	London	New Royal Victoria Dock Bridge	歩道橋	○	○	×	62	2017	洪	Budapest	New Danube Bridge	道路橋	○	○	×
25	2009	日	広島/広島市	太田川大橋	道路橋	○	○	○	63	2017	米	Florida	I-395 bridge	道路橋	○	○	×
26	2009	丁	Copenhagen	Butterfly Bridge	歩行者自転車橋	×	○	×	64	2017	波	Warsaw	Bridge Over the Vistula River	歩行者自転車橋	○	○	○
27	2009	葡	Lisbon	Galp Energia bridge	歩行者自転車橋	○	○	×	65	2018	愛蘭	Dublin	Commemorative Bridge	歩道橋	○	○	○
28	2009	英	London	Inhabited Bridge	居住橋	○	○	○	66	2018	日	兵庫/神戸市	税関前歩道橋	歩道橋	○	○	○
29	2009	独	不明	Middle Rhine Valley bridge	道路橋	○	×	○	67	2018	米	California	I-Street bridge	道路橋	○	○	×
30	2009	丁	Copenhagen	kissing bridge (愛称)	歩行者自転車橋	×	○	×	68	2018	英	不明	Network Lail	歩道橋	○	○	×
31	2009	蘭	Den Bosch	Ponte Palazzo footbridge	歩行者自転車橋	×	○	×	69	2019	波黒	Banja Luca	The Bridge in the Dolac	道路橋	○	○	○
32	2010	斯洛	不明	Maribor footbridge	歩行者自転車橋	×	○	○	70	2019	日	静岡/沼津市	沼津南一色線	歩道橋	○	○	○
33	2010	加	Calgary	St Patrick's Bridge	歩行者自転車橋	○	○	×	71	2019	韓	Seoul	Hangang Sky Walkway	歩道橋	○	×	×
34	2010	奥	Vienna	footbridge at Margareten Gürtel	歩道橋	×	○	×	72	不明	蘭	Amsterdam	Nesciobrug	歩行者自転車橋	○	○	×
35	2010	諾	不明	Larvik bridge	道路橋	○	○	○	73	不明	独	Weil am Rhein	Tri-Countries Bridge	歩行者自転車橋	×	○	×
36	2010	米	不明	Providence River Pedestrian Bridge	歩道橋	○	○	×	74	不明	米	California	bike bridge over U.S. highway 101	自転車橋	○	×	×
37	2010	米	West Virginia	Boy Scout bridge	歩道橋	○	○	×	75	不明	中	杭州	Jubao Bridge	道路橋	×	○	×
38	2010	米	Colorado	I-70 Wildlife Bridge	動物橋	○	○	×	76	不明	奥	Linz	Danube Bridge	道路橋	×	○	×

3. 橋梁に創出しようとする価値の考察

(1) 橋梁コンペで重要視されている事柄の抽出結果

定性的コーディングとKJ法を用いた76コンペのテキスト分析によって、表-2に示す計99のカテゴリが得られた。これらの99のカテゴリは、橋梁

を架橋することで創出しようとする価値であると考えられる。

99カテゴリの中にはまず、安全性や歩車分離のようなa)「通行性」、耐久性やメンテナンスの容易さ等のb)「永続性」、コストの妥当性のようなc)「経済性」、夜間景観を考慮した照明デザインや周辺との視

表-2 橋梁に創出しようとする事項一覧及び該当する価値

分類	価値	カテゴリ名	分類	価値	カテゴリ名	
橋梁本体	d	曲線的造形美	周辺から見た橋梁	2	地域のシンボル・ランドマークになる	
	d	構造物（建築物）としての美しさ		2	記念碑・モニュメント的な存在	
	d	部材間調和 "internal harmony"		2	ゲート性	
	d	立体感や躍動感のある形状		3	橋梁本体だけではなく周辺も含めて一体的デザイン	
	d	流行に囚われない恒久的なデザイン		d	両岸や周囲との視覚的連続性	
	d	シンプル・細身・薄い		d	都市全体の景観に合う	
	d	視覚的に目立つ		d	遠景の考慮	
	d	視覚的に目立たない		d	周辺との調和	
	d	ヒューマンスケール		1	橋から周辺の風景を眺められる	
	d	独創性・オリジナリティ・ユニークさ		1	地域の重要構造物を眺められる	
	d	エレガントな印象		1	橋梁と周辺の一連の歩行のシーケンス景観を考慮	
	イメージ	d		力強さ	a	両岸との交通接続性
		d		軽快さ	a	既存の交通（水上バス等）に支障を与えない
		d	未来的な雰囲気	3	都市交通網機能・都市の回遊性を向上させる	
		d	人々の記憶に残る橋	3	隣接する名所へのアクセスを促す	
	付属品・装飾	d	夜間景観を考慮した照明デザイン	機能性	3	地域の活性化の触媒となる橋
		d	夜間の安全性を確保するための照明		3	2つの断絶した場所同士を1つに繋げる
		d	気候・季節・イベント等に対応できる照明		3	賑わいの創出の拠点
		d	長寿命で効率の良いLED照明		3	都市のイメージを形成する橋
		d	装飾が充実		3	地域の知名度向上・注目度アップに貢献する橋
	技術	d	付属物のデザイン	地域性	2	橋に隣接する地域の象徴的なものを尊重した橋梁
		d	化粧材・表面仕上げのデザイン		2	地元の歴史・過去の出来事の伝承
		d	植栽や花壇による緑化		2	隣接する文化財の保護と活用
		e	技術的な実現可能性		2	かつて存在していた構造物を想起させるデザイン
	材料	e	高い技術力	環境	2	地元について理解を深められる空間の提供
		e	施工が容易		2	地域の伝統的な材料を用いる
		e	設計施工に最新技術を用いる		4	地形を活かす
		e	材料妥当性		4	野生生物や生物多様性への配慮
	構造	e	材料使用量の最小限化	利用者	4	周辺の豊かな自然環境を壊さない
		e	合理的・シンプルな構造		4	川の流れを妨げない
		e	構造妥当性		4	低環境負荷な材料の使用
		e	革新的で創造的な構造デザイン		4	低環境負荷な施工・維持管理
		e	構造的安定性		4	環境の持続可能性
	維持管理	b	構造物としての持続性	その他	4	地域の気候・環境条件の考慮
		b	耐久性に優れた材料選定		4	騒音問題の考慮
		b	耐久性のある構造		2	コミュニティの場を提供
		b	メンテナンスが容易		2	居場所の確保
	コスト	c	whole life 高品質	凡例	3	異なる地域同士を結ぶことによるコミュニティ強化
		c	コストの妥当性		3	最優秀のデザインは市民の意見を踏まえて決定
		c	低コスト			落書き防止対策
	通行	c	whole life コストのデザイン	基本的機能		設計組織の過去の実績・能力・信頼性
		a	通行のしやすさ			法令・基準・条例順守
		a	安全で機能的な交通動線		a	通行性
		a	歩行者の尊重・歩車分離		b	永続性
		a	身体障害者への配慮		c	経済性
通行以外の機能性	4	環境の為に自転車利用を促進させるデザイン	d	外観の美しさ		
	1	健康の為に徒歩を促進させるデザイン	e	技術		
	1	歩く楽しさを感じられる	1	通行行為や通行空間に付加価値を与える		
	1	ウォーターフロントだからこそ得られる体験の提供	2	地域の中で交通網改善以外の役割を担う存在		
	1	周辺の自然を感じられる	3	都市・地域全体に貢献する		
	1	少年の冒険心を刺激する歩行体験を提供する	4	環境への配慮		
	1	曲がった形状が楽しい空間的感觉を呼び起こす				
	1	パブリックスペース・オープンスペースの提供				
	1	カフェやトイレなどの諸施設を設けた空間利用				
	1	音楽美術などのパフォーマンスの為に空間の確保				
1	"公園"としての機能も持つ					
1	"public"でありながら"private"な橋					

覚的連続性等の d)「外観の美しさ」、材料妥当性や合理的な構造等の e)「技術」といった事項が見られる。以上の a)~e)の 5 つは、1 章の本研究の背景で述べた

ように、既に 20 世紀以前の橋梁においてもその必要性が十分に認識されている、橋梁に必要とされる機能である。

表-3 現代において顕著な 4 つの価値及び各価値を創出する橋梁の例

価値	1 通行行為や通行空間に付加価値を与える	2 地域の中で交通網改善以外の役割を担う存在	3 都市・地域全体に貢献する	4 環境への配慮
概要	 通行行為に付加価値を与える/ 通行以外のアクティビティの場となる	 地域の中で、交通機能の改善以外にも構造物としての存在意味がある	 橋梁の架橋が、都市や地域全体に交通機能改善以外の効果をもたらす	 生物多様性/ 自然環境保護/ 低環境負荷/ 環境問題の改善に貢献
事例1	 No.37 歩道橋 ボイスカウトの大規模なキャンプ会場に隣接し、通常の床版に加え鉄製ケーブルの上も歩くことができ、床版よりも高い位置から低い位置へと歩くことができる。橋を多角的に見ることができ、歩行時に少年の冒険心を刺激する造形である。	 No.69 道路橋 橋に隣接する歴史的文化資源の知名度向上を図るため、シルエットが顕著で適度に目立つシンボル性のあるデザインが審査員に評価された。歩行者自転車用道路と高さのある支柱が視覚的特徴を強調し、都市のイメージ形成するようなシンボリックなデザインである。	 No.13 歩道橋 歩行者を主役とし、魅力的な造形によって歩く楽しさを感じられると同時に、人々が楽しむ姿の可視化によって賑わいが創出されるとい、インタラクティブな関係を成り立たせている。	 No.61 歩行者動物橋 元々連続していた緑地空間同士をつなぐ、野生生物の多様性を向上させるために、歩行者用と野生生物の道の構造体を分離し、両者が快適に利用できるようなデザインとなっている。
事例2	 No.45 歩道橋 水辺に近づく空間が少ないパリ市内でウォーターフロントならではの体験が可能な空間を有する橋梁が求められた。階段状に川の水に近づくことができ、川を眺めながら歩めるような造形である。	 No.42 歩行者自転車橋 カフェ等の諸施設を橋梁内に整備し、橋梁の外観自体は周囲に溶け込みながらも、都市に影響を与える空間利用によって、新たな建築的なシンボル性が創出されている。	 No.46 歩道橋 コミュニティルーム、飲食店、音楽や美術のパフォーマンスの場等が橋梁内部に設けられ、様々なアクティビティを充実させることで地域のコミュニティを向上させ、周辺地域に良い効果をもたらすことが期待された。	 No.34 歩道橋 予め工場で組み立てられた、最大 2m x 2m x 2.0m のセグメントを現場に搬入してボルトで固定する施工方法によって、通常よりも省エネルギーな施工と維持管理を可能にした。
事例3	 No.25 道路橋 2連アーチが周囲の島並みと調和し、特に敵島と合わせて3つの山が連続するように見え、歩みとともに橋梁と敵島の見え方が変わっていく。また橋梁内部においても桁下の歩道を通り抜けると開放的な海の眺めが見られるというシーケンス景観が考えられている。	 No.65 歩道橋 戦争記念公園と市街地をつなぐように架けられ、戦争で活躍し犠牲になった兵士を称賛し、歩行者が追悼の意を持つような場にもなることが、デザインコンセプトの1つとされた。戦場から帰還出来なかった兵士の、公園から市街地側へ進む足跡が路面に施された。	 No.54 歩行者自転車橋 アイコニックな両端の螺旋状のロープによって、岸と橋梁がシームレスに接続し、自転車の人や身体が不自由な人が安全に利用できるデザインにしている	 No.27 歩行者自転車橋 環境負荷の間接的な軽減を意図して、自転車や徒歩での移動を促進できるように、未来的なイメージを与えるオレンジ色の外装が施された。

参考：No.37³⁴⁾、No.45³⁵⁾、No.25³⁶⁾、No.69³⁷⁾³⁸⁾、No.42³⁹⁾、No.65⁴⁰⁾、No.13⁴¹⁾、No.46⁴²⁾、No.54⁴³⁾、No.61⁴⁴⁾⁴⁵⁾、No.34⁴⁶⁾、No.27⁴⁷⁾⁴⁸⁾

図：No.37⁴⁹⁾、No.45³⁵⁾、No.25⁵⁰⁾、No.69³⁸⁾、No.42³⁹⁾、No.65⁴⁰⁾、No.13⁵¹⁾、No.46⁴²⁾、No.54⁴³⁾、No.61⁴⁵⁾、No.34⁴⁶⁾、No.27⁴⁸⁾

(2) 現代において顕著な4つの価値の概要

前節(1)に記した5つの基本的機能以外を、現代において意識されている価値であると考え、それらを4つに大別する。具体的な内容を表-3に示す。

価値1は、人々に経験的価値を提供する橋梁デザインが行われていることが特徴的である。価値2は、住民の居場所整備のように物理的に通行以外の価値を創出するものもあるが、シンボル性やモニュメント性のようなイメージ的な価値を創出するものもあることが特徴的である。価値3は、都市の回遊性という視点で橋梁本体のみならず周辺も考慮したデザイン、地域を特徴づけるための魅力的な外観を持つ橋梁デザイン、アクティビティを促す橋梁の内部デザイン、の3つの設計範囲に分けられる。価値4は、既存の自然環境を破壊しないことと、低エネルギーという意味での低環境負荷が目立つ。

4. 現代の橋梁デザインの特色の考察

(1) 橋梁デザインの特色の考察方法

本章では、3章で明らかにした価値を創出するような橋梁をデザインする際の、設計思想や大事にしている考え方を整理することで、現代における橋梁デザインの特色を明らかにする。76件のコンペにおける最優秀賞受賞企業の中から、特に情報が十分に得られ且つコンペや橋梁分野の各賞で受賞歴が豊富な企業に着目し、設計思想や企業理念を調査する。本研究では、7企業を調査の対象とし、設計事例や設計思想等を整理し、現代の橋梁デザインの論点を明らかにする。

(2) 橋梁設計思想の論点の整理

各7企業の設計思想等の論点は、表-4に示す5つに整理できると考えられる^{52)~67)}。企業によって特に大事にしていることや重要度合が異なり、同じ趣旨の論点を持っていても考え方が異なる。表-4における、多くの事例から読み取れる思想(破線枠)について、その代表例を下記に示す(図-2)。

Buro HappoldのNew Danube Bridgeは、通行時に2つの逆Y字型パイロンからゲート性が感じられ、また補剛桁が展望デッキとして機能する⁶⁴⁾。利用者の空間体験を関連付けた構造選択が特徴的である。

Dissing + WeitlingのFolehaven Bridgeは、橋脚がないことと、中央になる程支柱が低くなる造形によって、通行者が空中浮遊している気分になる⁶⁵⁾。橋梁を渡るときの感情と造形を一体的にデザインすることが特徴的である。

Knippers Helbigは、footbridge at Margaretengürtel(表-3 No.34)のように、都市環境負荷抑えながら都市にアイデンティティを与える、木材の積層構造を基調とした橋梁を得意とする⁶⁶⁾。都市に良い効果を与える橋梁に注力している。

Wilkinson Eyreの、バレエ学校とオペラハウスを接続するBridge of Aspirationは、アルミニウムフレームを螺旋状に回転させたデザインが、内部景観と外部景観ともにバレリーナのような優雅な雰囲気を出している⁶⁷⁾。造形に作品としての意味性を持たせる点の特徴的である。

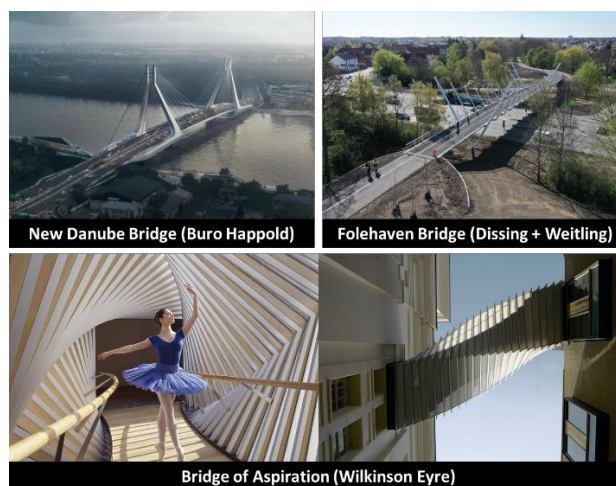


図-2 各企業の代表的な橋梁

5. 考察内容精査のためのヒアリング調査

(1) ヒアリング調査の概要

3章で考察した橋梁に創出しようとする価値と、4章で考察した現代の橋梁デザインの5つの特色について、その妥当性を確かめ、また関連する情報を得ることを目的とし、橋梁設計の実務・有識者計4名へのヒアリング調査を3回に分けて行った。

(2) ヒアリング調査の結果

ヒアリング調査の結果を表-5に示す。橋梁に創出しようとする価値に関して、現代は経験的価値を追い求める時代になってきていることや、今後環境への配慮が顕著になること、設計施工プロセスにおける住民参加が増えること、道路計画がこれまで以上に熟考される可能性が高いことを把握した。設計思想としては、現代は都市性や意味性を考える時代にあることや、今後維持管理の観点が出てくることを把握した。また、コンペを行う意義やコンペにおける設計思想の特徴についても情報を得た。

表-4 現代の橋梁デザインを牽引する代表的な企業の設計思想の論点

企業名\論点	A 最適な構造の選定	B 利用者の身体性と 造形の結び付け	C 都市の文脈の理解	D 意匠と構造の統合	E 構造物デザイン による都市づくり
BURO HAPPOLD (Engineer)	構造力学から決まる無駄のない造形	構造そのものと利用者の体験を関連付ける		常にarchitectと同じ立場でデザイン検討を進めることで構造と空間体験を関連付ける	
Dissing+Weitling (Architect)		橋梁通行時に抱く感情と造形を一体的にデザイン			架橋により都市空間を良くする
Knippers Helbig (Engineer)	新構造の開発・合理性向上				都市にアイデンティティを持たせ物理的な環境負荷を軽減できる木材の積層構造に注力
Ney & Partners (Architect/ Engineer)	構造合理性を高めて抑制できた分のコストで最終的なソリューションの質を向上		地域の歴史文化を重んじる・地域住民との接点を築く・地域の中に橋梁を位置づける	意匠と構造の分断社会に対して設計の本質に立ち返るためにインテグラルアプローチを提唱	建設ではなく環境形成を目指す論述
Ove Arup & Partners (Engineer)	architectが望む造形を環境性や経済性を考慮した構造合理性のある技術的解決策で実現			architectの意見を尊重し学際的なチームでトータルデザインを図りな最適な構造を算出	we shape a better worldのスローガン
Schlaich Bergermann & Partner (Architect/ Engineer)	構造物そのもののデザイン性を高めるために、理論的に超軽量構造を導出		設計時に架橋地とその周辺環境を理解する重要性を提唱	意匠も構造も同時にデザインし造形を洗練	
Wilkinson Eyre (Architect)		芸術的建築作品鑑賞時の感情を提供	その地域やその場所に必要とされる芸術作品としての構造物の造形の「意味」を表現		

理念や思想として記載あり
多くの事例から読み取れる

6. 結論

(1) 現代における橋梁デザインの価値と特色

本研究では、まず2000年以降に国内外で実施された橋梁コンペの情報を収集し、その実施要項や受賞作品に関するテキスト情報を定性的コーディングとKJ法によって分析し、橋梁に創出しようとする事柄を表-2に整理した。そして表-2をもとに考察し、橋梁が通行行為や通行空間に付加価値を与えること、地域の中で交通機能改善以外の役割を担う存在であること、都市・地域全体に貢献すること、環境への配慮の4点を、現代において特に顕著な価値として読み解いた。それらの中でも、経験価値を創出しようとする動きが現代から目立ってきたことと、橋梁自体だけではなく周辺に間接的に価値が創出されるように都市レベルでデザインがされるようになってきていることが、ヒアリング調査で明らかになった。

次に、橋梁デザインの特色を明らかにするために、

現代の橋梁デザインを牽引する代表的な7つの設計組織の設計思想や事例を調査した。その論点を、最適な構造の選定、利用者の身体性と造形の結び付け、都市の文脈の理解、意匠と構造の統合、構造物デザインによる都市づくりの5つに整理した。ヒアリング調査でもその妥当性を確認することができ、現代は都市性が設計思想として多く見られるようになってきたことが明らかになった。

(2) 橋梁デザインの価値と特色の今後の潮流

ヒアリング調査から、環境負荷軽減のための長寿命化が求められている一方で、定期メンテナンスの担い手不足が課題となっていることが指摘された。また他方で、橋梁本体の設計の前段階にある道路計画に注力することは、防災性を向上させ、橋梁の長寿命化に繋がることも指摘された。

またヒアリング調査で、企業の設計思想形成とコンペ受賞経験には相乗効果があることと、コンペ受

表-5 ヒアリング調査で得られた関連情報

	1	2	3
協力者	松井幹雄氏：大日本コンサルタント株式会社	久保田善明氏：富山大学 学術研究部 (都市デザイン学系) 教授	松井哲平氏：大日本コンサルタント株式会社 岡田裕司氏：株式会社Ney&Partners Japan
実施日程	2021年1月6日(水) 10:30-12:00	2021年1月12日(火) 10:00-12:00	2021年1月14日(木) 14:00-16:00
3章考察について	<p>【価値4】 長寿命化による環境負荷軽減のような、長期的な視点における環境配慮が今後重視される。設計時に行った微小なことが長期的に見ると環境負荷の削減に甚大に貢献することもあるが、それを設計時に説明することは、その経験不足の現在は未だ難しい。これからの設計にはそのような時間概念が出てくる。</p> <p>【基本的機能c】 時間概念について、同様のことがLife Cycle Costにも言える。</p> <p>【価値1】 Bicycle Snake (Copenhagen)のように、自転車橋が都市の頭上にできることで、橋の下のグラウンドレベルに歩く楽しさという付加価値が与えられる例もある。</p>	<p>【5つの基本的機能】 国土省の標準積算基準書において予備設計で求められる5つの事項（構造的/施工性/経済性/維持管理性/環境性）に対応するの考察は妥当。</p> <p>【価値1~4】 経験に対する価値の増加。モノからコトへ。</p> <p>【考察で明らかにした以外の価値①】 設計施工プロセスに地域住民を巻き込むことが1つのトレンドになる。</p> <p>【考察で明らかにした以外の価値②】 災害時に影響を受けそうな場所には架橋をしないという道路計画的な防災の観点。コンペに関して言えば、橋梁本体のみをではなく、範囲を広げて道路計画も提案の一部にすることで、より本質的な防災が今後見えてくる。</p>	<p>【価値1~4】 価値1~3は現代以前も概念としては存在していた。価値4は現代から出てきた価値。</p> <p>【価値3】 橋の線形計画も提案に含めるコンペは多くなってきた。価値1や価値4にもつながる。</p> <p>【基本的機能b・価値4】 長寿命化による低環境負荷を可能とする、維持管理性が最近求められている。しかし維持管理の担い手がいないのが現状。</p> <p>【考察で明らかにした以外の価値】 地域住民を巻き込むことが現代のトレンドとして見られる。地域参加自体は手法だが、それが地域に根差すことが価値になり得る。</p>
4章考察について	<p>【論点C・E】 材料や計算シミュレーションの発達により、構造的に成り立たせる創意から、都市の文脈や興味性を考える方に移行する時代になった。</p> <p>【7企業が独自の設計思想を持つ理由】 各自の思想に基づいた芯のあるデザインを提案することでコンペで受賞でき、またコンペで争う経験をする中で思想がさらに固まるという相乗作用がある。欧州はコンペが充実しているからこそそのような思想が生まれる。</p>	<p>【論点D】 コンペで特に顕著な設計思想。</p> <p>【今後出てくる設計思想】 維持管理性（発注者側が求めている）</p> <p>【コンペか否かでの設計思想の違い】 競争力があるから優れたデザインをつくらうとすることは多い。また発注者と共に初期からデザイン検討をする場合とコンペとでは異なる場合もあり、設計プロセスによる違いはある。</p>	<p>【論点C・E】 複雑な風景の中に、構造物単独でのデザイン性が高い都市の文脈に関係のない物体を挿入することで、その都市が色づく例もある。</p>
その他		<p>【過去と現代の設計の違い】 考慮すべき既存の環境条件が増加したこと。</p> <p>【コンペを実施する意義】 発注者が、提示した条件を全て統合した魅力的なデザインを採択できること。また随意契約によりデザインの一貫性が高い。</p> <p>【コンペ橋梁のデザインの特徴】 解決すべき複数の条件が、個別対応ではなく全て統合された1つのデザインであること。</p> <p>【現代のコンペの課題】 ・募集要項をつくる発注者側の技術力 ・適切な審査員選定 →日本は特にコンペ経験を増やす必要がある。</p>	<p>【造形の自由度の増加】 3dプリンターで橋をつくれるくらい、どのような造形でも実現できる時代になってきた。自由な造形が可能だからこそこのデザインが、今後現れ得る。</p>

賞作品の特徴は様々な設計条件を1つに統合したデザインであることという知見が得られた。コンペはその時代の社会のニーズを一身に受ける⁶⁸⁾。現代では未だ設計思想として明確に低環境負荷、維持管理、住民参加という文言が記されていることが少ないが、コンペの実施を通じて今後増えると考えられる。それらを設計時に考慮すべき条件の1つとして扱われた統合デザインが増えることが期待される。

<参考文献>

- 1) Man-Chung Tang: Forms and Aesthetics of Bridges, Research Bridge Engineering-Feature Article, p.267-276, 2018
- 2) 鈴木圭: 橋梁デザインの実際-その歴史から現代のデザインコンペまで-, コロナ社, 2018
- 3) 鹿島建設土木設計本部 編: 景観設計, 鹿島出版会, 2003

- 4) 土木学会建設マネジメント委員会: 土木設計競技ガイドライン 同解説・資料集, 丸善出版, 2018
- 5) 土木学会: 土木学会誌, vol.85, p.111, 2000
- 6) IABSE: Guidelines for Design Competitions for Bridges, 2013
- 7) IABSE WG3 (久保田善明 訳): 橋梁デザインコンペティション実施ガイドライン, 京都大学景観設計学研究室, 2015
- 8) 高浦秀明: 戦前につくられた東京の橋梁の意匠について, 日本土木史研究発表論文集, 1987
- 9) 佐々木葉: 戦前の大阪市内橋梁の景観設計思想に関する研究, 土木史研究, 第11号, 1991
- 10) 阿久井康平・嘉名光市: 都市美形成期における大阪中之島橋梁群計画・設計のアイデンティティー四人のエンジニアの設計思想との照合一, 景観・デザイン論文集, No.9, pp.61-72, 2010.
- 11) 赤塚寛樹・嘉名光市・佐久間康富・阿久井康平: 戦前の大阪・中之島における水辺景観の構成に関する研究-橋梁設計と橋梁周辺の建築との関係に着目して-, 土木学会論文集 D1 (景観・デザイン), Vol.69, No.1, pp.54-63, 2013.
- 12) 阿久井康平・嘉名光市・佐久間康富: 市区改正条例準用都市における水辺市街地の近代化と橋梁デザインの特徴, 土木学会論文集 D1(景観・デザイン), Vol.71, No.1, pp.37-55, 2015

- 13) 阿久井康平: 近代化黎明期の水辺市街地における橋梁デザインの展開とその景観論的意義, 大阪市立大学学位論文, pp.97-124, 2016
- 14) 阿久井康平・嘉名光市・佐久間康富: 近代化黎明期における橋梁デザインの展開と総合的景観像の確立, 土木史研究, 講演集 36, 181-192, 2016
- 15) 中井祐: 帝都復興事業における隅田川六大橋の設計方針と永代橋・清洲橋の設計経緯, 土木史研究論文集, vol.23, p.13-21, 2004
- 16) James E. Roberts: AESTHETIC DESIGN PHILOSOPHY UTILIZED FOR CALIFORNIA STATE BRIDGES, J. Urban Plann. Dev., 118(4), p.138-162, 1992
- 17) 上田嘉通・佐々木葉: 高度経済成長期に建設された橋梁の系譜とその背景, 土木史研究, 論文集, Vol.27, 2008
- 18) 山本宏: 橋梁における景観設計の歴史, 土と基礎, 43-1, p.7-12, 1995
- 19) 佐々暁生: 近代日本の土木デザインに関する史的研究(3) - 橋梁美学の誕生-, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2001
- 20) Júlio Appleton: History of Arch Bridges in Portugal, Springer Nature Switzerland AG 2020, p.31-50, 2020
- 21) Bertha A. Olmos・José M Jara・Guillermo Martínez・Juan I. López: System identification of history Mexican masonry bridges, Procedia Engineering 199, p.2220-2225, 2017
- 22) Chongjie Kang・Sebastian Schneider・Marc Wenner・Steffen Marx: Development of design and construction of high-speed railway bridges in Germany, Engineering Structures 163, p.184-196, 2018
- 23) 山下真樹・小林一郎: フランスにおける石造アーチ橋の歴史の変遷と橋梁美, 土木史研究, 第 18 号, 1988
- 24) Jussi TERVAOJA: Bridge Design Competitions and Landmark Bridges in Finland, Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) Symposium, p.2497-2509, 2009
- 25) 鈴木圭: 欧州の橋梁景観の考え方に関する変遷について, 土木史研究, 講演集, Vol.37, 2017
- 26) Alessio Pipinato: Innovative Bridge Design Handbook: Construction, Rehabilitation and Maintenance, Elsevier Science & Technology, 2016
- 27) 土木学会: ベデ, 鹿島出版会, 2006
- 28) 大野美代子+エムアンドエムデザイン事務所: BRIDGE, 鹿島出版会, 2009
- 29) 日経 BP 社: 日経コンストラクション, 1997-2019
- 30) 建設図書: 橋梁と基礎, 2007-2019
- 31) bustler, 2007-2019, <https://bustler.net/>(※国際コンペ情報公開サイト)
- 32) THE HAPPY PONTIST, 2008-2020.3.1, <http://happypontist.blogspot.com/> (※英国在住の橋梁デザイナーが運営する, 橋梁に関する個人ブログ)
- 33) 佐藤郁哉: 定性データ分析入門, 新曜社, p.172, 2006
- 34) sbp, "Consol Energy Wingtip Bridge (Boy Scouts Bridge)", <sbp.de/en/project/consol-energy-wingtip-bridge-boy-scouts-bridge/>, (2020.6.11 閲覧)
- 35) bureau faceB, "International competition / Footbridge over the Seine / Paris / Winner", <https://bureaufaceb.com/2012/05/05/passerelle-a-paris-laureat/>, (2020.6.8 閲覧)
- 36) 建設図書: 橋梁と基礎, 2014.7, p.2-18
- 37) the competition organizer, "INTERNATIONAL OPEN PUBLIC COMPETITION FOR THE CONCEPTUAL DESIGN OF THE BRIDGE IN DOLAC NEIGHBORHOOD IN THE CITY OF BANJA LUKA (PP No 03-404-313/19)", City of Banja Luka Homepage <http://en.banjaluka.rs.ba/bridge-design-competition-banjaluka2024/#> (2020.4.28 閲覧)
- 38) the competition jury members, "Final Report", City of Banja Luka Homepage <http://en.banjaluka.rs.ba/wp-content/uploads/2019/11/competition_dolac_final_report.pdf> (2020.4.28 閲覧)
- 39) Bustler Editors, "Winners of the Amsterdam Iconic Pedestrian Bridge Competition", bustler, <https://bustler.net/news/2492/winners-of-the-amsterdam-iconic-pedestrian-bridge-competition/>, (2012.4.2 閲覧, 2020.6.10 閲覧)
- 40) Ian Ritchie Architects Homepage "Commemorative Bridge – Irish National War Memorial Gardens" <https://www.iانritchearchitects.co.uk/news/2019/commemorative-bridge-irish-national-war-memorial-gardens/> (2020.4.27 accessed)
- 41) GOOD DESIGN AWARD, "歩道橋 [阿倍野歩道橋]", <https://www.g-mark.org/award/describe/41657/>, (2020.6.17 閲覧)
- 42) cleveland design competition, "2012: Transforming the Bridge | 12370 – First Place", <http://clevelandcompetition.com/portfolio/2012-transforming-the-bridge-12370/>, (2020.6.7 閲覧)
- 43) Nine Elms Pimlico Bridge, "Vision", <http://www.nineelmspimlico.co.uk/vision.html/>, (2020.5.22 閲覧)
- 44) 서울특별시(ソウル特別市), "2. Yangjaegogae_Design Guideline_eng.pdf", PROJECT SEOUL, <https://project.seoul.go.kr/view/viewDetailArch.do?cpttMstSeq=178&pageIndex=1¶mMap%5B%27prev%27%5D=cpttMstSeq%253D178%2526pageIndex%253D1/>, (2020.5.11 閲覧)
- 45) Ksnelashvili homepage "Yangjaegogae Eco Bridge", <https://ksnelashvili.com/Yangjaegogae-Green-Bridge/>, (2020.5.11 閲覧)
- 46) Adrian Welch, "Vienna Bridge Contest : Margaretengürtel Wien", e-architect, <https://www.e-architect.co.uk/vienna/margareteguertel-bridge/>, (2010.5.26 掲載, 2020.6.13 閲覧)
- 47) designboom, "international design competition for cycling bridge in lisbon", <https://www.designboom.com/awareness/international-design-competition-for-cycling-bridge-in-lisbon/>, (2009.8.10 閲覧)
- 48) up, "Bridge to walk and pedal", Landing, <http://upmagazine-tap.com/en/pt_artigos/bridge-to-walk-and-pedal/>, (2016.4.1 掲載, 2020.6.15 閲覧)
- 49) Mount Hop, "Consol Energy Wingtip Bridge", world-architects.com, <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/reviews/consol-energy-wingtip-bridge/>, (2014.11.25 掲載, 2020.6.11 閲覧)
- 50) 日経 BP 社: 使い勝手から生まれた独特の線形, 日経コンストラクション, p.6-11
- 51) 和設計 HP, "阿倍野歩道橋", Projects, <https://www.showasekkei.co.jp/jp/project/?id=246/>, (2020.6.17 閲覧)
- 52) 小澤雄樹: 20 世紀を築いた構造家たち, オーム社, 2014
- 53) Ney & Partners Japan : "About us", <http://www.ney.co.jp/about/>, 2020.12.27 閲覧
- 54) Arup HP, "Bridge engineering", <https://www.arup.com/expertise/services/infrastructure/bridge-engineering/>, 2020.12.28 閲覧
- 55) Mike Schlaich : Joint Lecture for Architecture + Civil Engineering in Nihon University, 24th, October, 2008
- 56) 渡邊竜一: インテグラルアプローチ, 橋梁と基礎, 2012.9, p.31
- 57) BURO HAPPOLD HP, "Bridge engineering and civil structures", <https://www.burohappold.com/specialisms/bridge-engineering-and-civil-structures/>, 2020.12.27 閲覧
- 58) Arup HP, "our firm", <https://www.arup.com/our-firm/>, 2020.12.28 閲覧
- 59) Ove Arup : Key Speech, 1970
- 60) Dissing + Weitling HP, "Urban Development", <https://dissingweitling.com/en/service/master-plans/>, 2020.12.29 閲覧
- 61) Wilkinson Eyre HP, "Jim Eyre, "Chris Wilkinson, Director", <https://www.wilkinsoneyre.com/practice/people/chris-wilkinson/>, 2020.12.28 閲覧
- 62) Wilkinson Eyre HP, "movement and geometry", <https://www.wilkinsoneyre.com/thoughts/essays/movement-and-geometry/>, 2020.12.28 閲覧
- 63) Dissing+Weitling HP, "Bicycle Snake", <https://dissingweitling.com/en/project/bicycle-snake/>, 2020.12.19 閲覧
- 64) BURO HAPPOLD HP, "New Danube Bridge", <https://www.burohappold.com/projects/new-danube-bridge/#/>, 2020.12.19 閲覧
- 65) Dissing+Weitling HP, "Folehaven Bicycle and Pedestrian Bridge", <https://dissingweitling.com/en/project/folehaven-bicycle-and-pedestrian-bridge/>, 2020.12.19 閲覧
- 66) Knippers Helbi HP, "footbridge at Margaretengürtel", <https://www.knippershelbig.com/en/projects/walkway-margareteguertel/>, 2020.12.19 閲覧
- 67) Wilkinson Eyre HP, "Bridge of Aspiration", <https://www.wilkinsoneyre.com/projects/royal-ballet-school-bridge-of-aspiration/>, 2020.12.19 閲覧
- 68) 石垣充・入江正之: 提案型建築設計競技の要項-提案-講評に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第 79 巻, p.845-854, 2014