

第3章 对外活動報告

第3章 対外活動報告

目 次

3.1 コンペ参加報告	3- 1
3.1.1 当部会におけるデザインコンペへの取り組み	3- 1
3.1.2 クリフトン・クロッシング 2006	3- 1
3.2 発表論文	3-14
下路式桁橋のデザイン改善に関する考察	3-14
下路式桁橋のデザイン改善に関する考察（その2）	3-16
A CASE STUDY ABOUT IMPROVING THE CIVIL ENGINEERS' ABILITY OF AESTHETIC DESIGN	3-18

第3章 对外活動報告

3.1 コンペ参加報告

3.1.1 当部会におけるデザインコンペへの取り組み

当部会では、橋梁のデザインに対して理論的あるいは方法論的なアプローチだけでなく、それらの実践としてのデザインコンペへの参加を積極的に行ってきた。国内では本格的なデザインコンペによるプロジェクトの実施はまだごく僅かな事例しかないが、海外では国によってかなり一般的に行われており、大規模プロジェクトや重要なプロジェクトはコンペで決定される場合も多い。今後、国内でもコンペ形式の業務発注が増加してくる可能性は十分に考えられる。設計コンペでは、従来の技術的観点のみでなく、デザインやそのプレゼンテーションの仕方なども重要な要素となってくる。しかし、多くの橋梁技術者にとっては、まだそのようなコンペに参加する機会に乏しく、どちらかと言えば不慣れな仕事とも言える。

当部会では、橋梁技術者がデザインに対する理解やノウハウをより実践に即しながら身につけることができるように、国内外を問わず比較的参加しやすいオープン参加型のアイデアコンペを対象とし、それを「デザイン実習の場」として取り組むことで部会員のデザイン能力向上を図ってきた。

以下に、今回当部会で取り組んだデザインコンペ、「クリフトン・クロッシング 2006」についての報告を行う。


3.1.2 クリフトン・クロッシング 2006

(1) コンペ実施の背景

イギリスの偉大な技術者 I.K.ブルネル (Isambard Kingdom Brunel) は、1806 年ポーツマスに生まれ、橋梁、鉄道、造船、トンネルなど様々な分野で活躍した技術者である。彼の偉業は今でもイギリス国民の間に広く知られており、国民の誇りともされている。2006 年はブルネルの生誕 200 年にあたる年として、イギリス国内でも出版物や展覧会、各種メディアの番組など、様々な催しが行われた。

そのような中、ブリストル大学とイギリスの土木雑誌 New Civil Engineer (NCE) 誌は、2006 年、ブルネルにちなんだ橋梁のデザインコンペを実施した。コンペの対象となったのは、ブルネルが 24 歳のときにコンペで優勝したクリフトン吊橋である。この橋は当時世界最長スパンを記録した橋であり、

表 3.1.1 現在のクリフトン橋

	内 容	写 真
場 所	イギリス南西部ブリストル (Bristol) 市内	
立地条件	エイヴォン川 (70m を超える溪谷)	
橋梁形式	単径間吊橋 (アイバーチェーン使用)	
支 間 長	214m (当時世界最長)	
設計方式	コンペ方式 (トーマス・テルフォードが委員長を務めた)	
工事期間	1831~1854 (資金不足により工事遅延、ブルネルの死後 5 年を経て完成)	

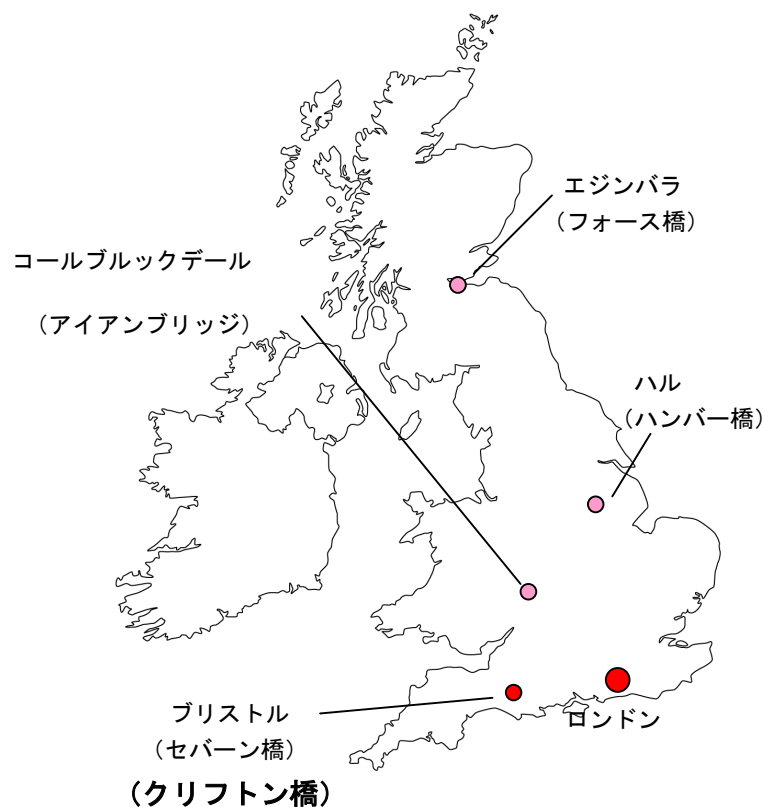


図 3.1.1 クリフトン橋の位置

様々な技術的、財政的課題を克服し、33年もの歳月をかけて、ようやく1864年に完成した。橋が完成したのはブルネルの死後5年を経たからのことであったが、今でも人々に利用され、彼の偉業の一端をうかがわせる。今回のコンペは、当時のコンペをもう一度行つたとすれば、現代ならどのような提案が可能か、ということ新たに問い直すものであった。ただし、実際に架け替えが予定されているわけではない。


なお、コンペの詳細は、当コンペのホームページ (<http://research.cen.bris.ac.uk/cc06>) にも記載されている。

(2) コンペ要綱

コンペは、ブルネル生誕200年のイベント性に加え、若手技術者や学生の教育を主な目的としている。また、①一般、②学生、③中学生、④小学生の4部門に分けられている。例として、一般部門におけるコンペの応募要綱の概要をまとめたものを表3.1.2に、基本条件となる側面図と平面図をそれぞれ図3.1.2および図3.1.3に示す。

なお、コンペの賞金(5,000ポンド)に関しては、イギリス環境庁からの支援を受けて行われた。

表 3.1.2 応募要綱の概要

	内 容
テーマ	<p>How would you bridge the gap?</p> <p>1831年のクリフトン橋のコンペを、現代の知識と技術でもう一度おこなったら、どのような提案が可能だろうか？</p> <p style="text-align: center;">【ブルネルの解答】 【現代ならどのような提案が可能か？】</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
賞 金	5,000 ポンド (約 110 万円、1 等のみ)
参加資格	18 歳以上 (個人または 4 名以内のチーム)
提出方法	電子投稿
提出作品	<p>A1 サイズのポスターを想定した PDF 画像 (3～5 メガピクセル)。</p> <p>過去に出版、応募された作品の再応募は不可。</p> <p>応募者が特定されるような表現 (応募者名、ロゴ、マーク等) は不可。</p>
説 明 文	500 ワード以内の解説文の添付が可能
提出締切	2006 年 4 月 9 日 (ブルネルの誕生日)
設計条件	<ol style="list-style-type: none"> 1) 建設時、メンテナンス時、通常時のどの段階にも適したデザインとすること。 2) 44 トントラックが両方向に通行可能であり、車道の幅員は 7.3m 以上とすること。 3) 英国道路公団の HA-Standard に示された荷重に耐えうること。 4) 自動車交通量は 11,000 台/日を見込むこと。 5) 風、地震、テロなどの外的環境要因による荷重も検討のこと。 6) メンテナンス時の適切な検査ルートを確認すること。 7) エイボン川は自然豊かな場所であることを考慮すること。 8) 一年間におよそ 50 万人の利用者 (歩行者) に対して、展望施設の観点から、車道の両側に幅員 2m の歩道を設けること。 9) 西側のアシュトンコート公園でイベント (ex. ポピュラー音楽コンサートと熱気球祭り) が開催されることため、群衆荷重を考慮すること。 10) 分離された自転車専用道および関連設備を設けること。 11) 適切で革新的な技術を用いた料金徴収システムを設けること。 12) 資料館および関連施設を設けること。 13) 多くのイベントで重要な役割を果たすブリストルの象徴となりうること。

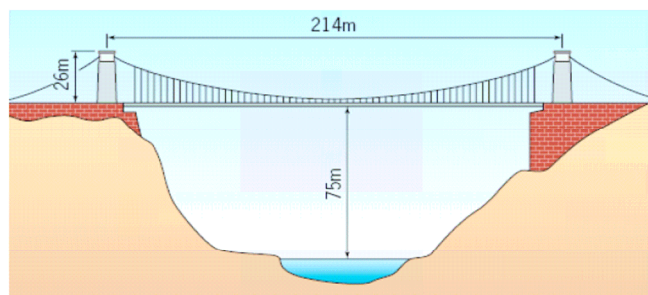


図 3.1.2 側面図



図 3.1.3 平面図

（3）当部会でのスタディー

応募作品の作成にあたっては、部会としてのコンペ参加決定後、約 1.5 ヶ月の期間で行った。図 3.1.4 に作品完成までのフローを示す。

まず、庶務幹事よりコンペの概要や要綱について部会員に周知・連絡を行った。

その後、部会を開催して、メンバーが各自で考えたデザインの素案を持ち寄った。素案は手書きのスケッチや CAD 図面、CG など、表現方法は様々であった。図 3.1.5 にそのときの素案を示す。素案については各自が簡単なプレゼンテーションを行いメンバーにコンセプトを説明した後、全体でディスカッションを行って基本案を数案選定した。さらに、基本案を中心にそれらに類似する案をグルーピングして作業チームを編成した。これは素案に対してある程度の取捨選択が必要であったことと、その後のメンバーの作業性を考慮してのことである。また、基本案をどのような方針でブラッシュアップさせるかについても議論を行った。表 3.1.3 に、基本案とグルーピングの結果を示す。

作業チームにて基本案の洗練を行い、提出資料に用いる図面やCG、説明文を作成した。説明文は日本語で作成した後、英語に翻訳した。

提出資料に用いる図面や文章などのデータが揃った段階で再度集合し、A1 パネルへのレイアウト作業を行った。レイアウトは、視覚的にインパクトのある作品となるように工夫して行った。

最後に電子投稿を行い、作業が完了した。

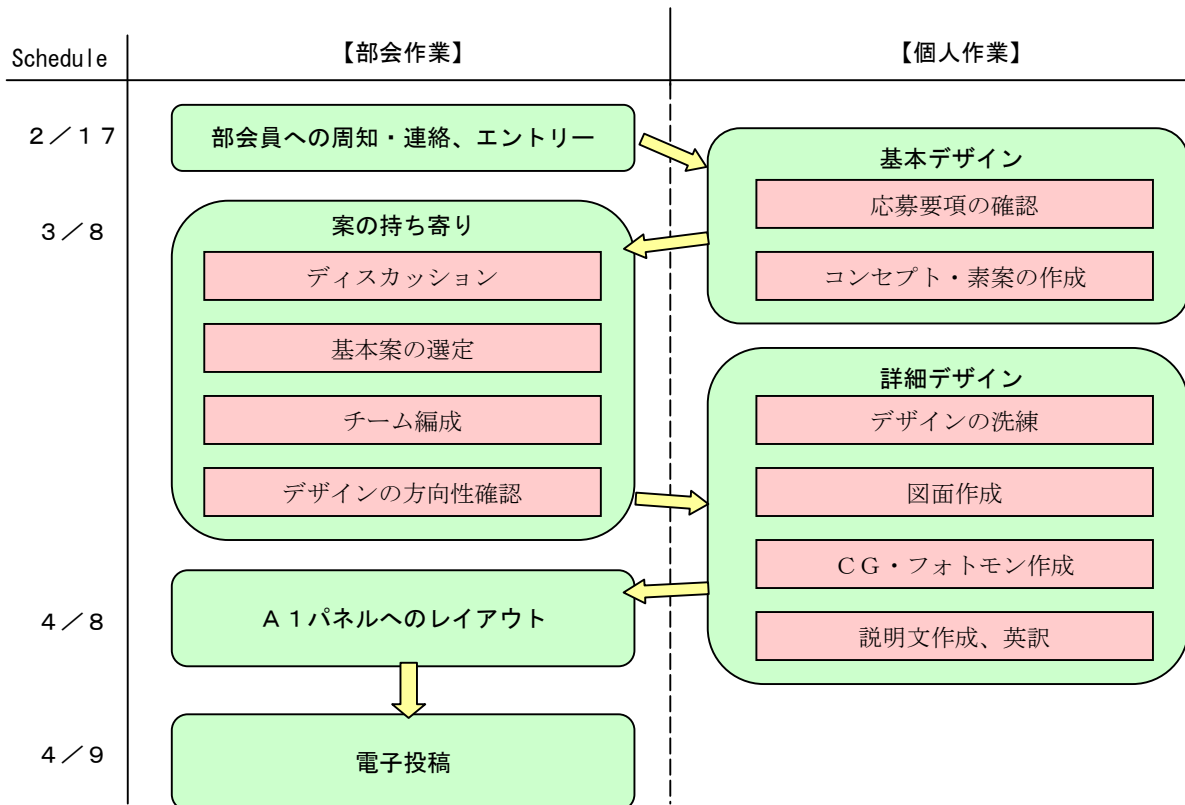


図 3.1.4 作品完成までのフロー

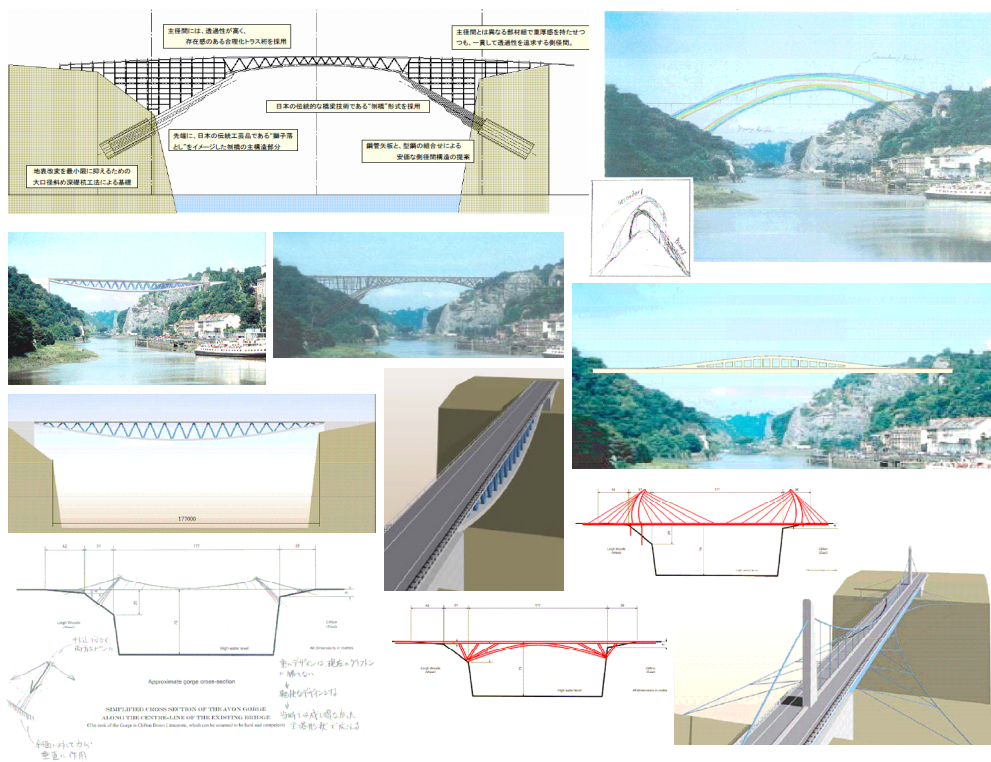
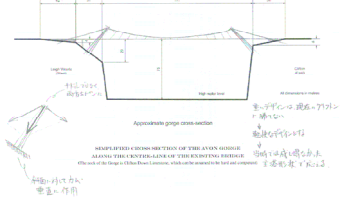
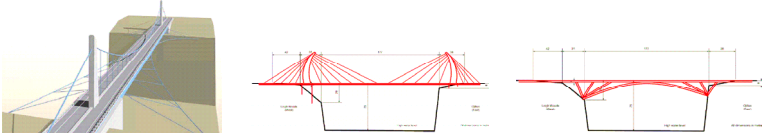
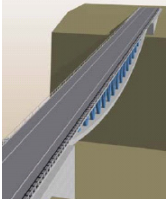
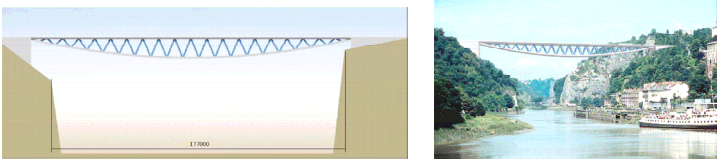
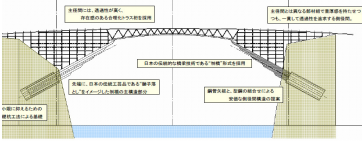

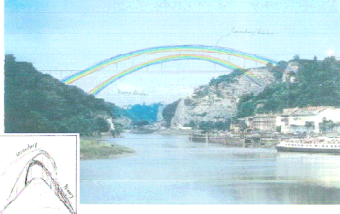



図 3.1.5 各自が考案して持ち寄った案

表 3.1.3 基本案と素案のグループング

基本案	グループ
 <p>Approximate girder cross section MANUFACTURED CROSS SECTION OF THE MAIN GIRDER ALONG THE CENTERLINE OF THE BRIDGING SPAN OTHER THAN THE BRIDGE PIER/ABUTMENT SPAN AND APPROXIMATE GIRDER CROSS SECTION</p>	
	
	
	

（4）提出作品

当部会より提出した作品を、図 3.1.6 に示す。

New Clifton Bridge "The Dynamic Avon"

Suspension bridge technology regenerated in the modern age...

Features of the Clifton Suspension Bridge
 Since the installation point is a precipitous valley, it is a rational structure requiring neither support nor bridge piers.
 The construction method little affects the nature of the valley and is thus environment-friendly.
 The cable forming a graceful curve supports bridge girders without blocking the view, creating a gorgeous landscape.



Efficiency : Small amount of material used
 Accomplishing things with a small amount of material is a great challenge that should be undertaken with technology created by human beings.

Economy : Economical foundation structure that can be built on a precipitous slope
 By tilting the towers to lean against a precipitous slope of the valley, the force transmitted through the towers can be directly imposed on bedrock. This makes the foundation structure of the bridge extremely economical and compact.

Elegance : Dynamic design to assert itself as a suspension bridge
 An elegant parabola tacked across between the leaning towers remains etched in visitors' memories.



Monocable
 The monocable suspension bridge, in which only the center of the bridge width is supported by a cable, is an extremely simple structure. This gives the bridge a sense of openness and a symbolic nature. The monocable induces kinking of bridge beams; however, the application of box girders and the installation of the oblique downward-extending cables prevent the bridge beams from deformation and the bridge from shaking.

Earth Anchor
 Installing a backstay cable directly on solid bedrock eliminates the need for gigantic anchorage, thereby realizing economical and simple anchor.



图 3.1.6 提出作品(1)

Self-anchored PC Composite Truss Bridge

1. Features of the Clifton Suspension Bridge

Since the installation point is a precipitous valley, it is a rational structure requiring neither support nor bridge piers.

- The construction method little affects the nature of the valley and is thus environment-friendly.
- The brick-style stable main towers serve to accentuate the scenery along Avon River that flows slowly through verdant mountains.
- The cable forming a graceful curve supports bridge girders without blocking the view, creating a gorgeous landscape.

2. Design concept

On the basis of the features of the Clifton Suspension Bridge, we propose a bridge that excels in efficiency, economy and elegance by making use of current high-level technology.

Elegance: An elegant and highly transparent bridge that serves as a landmark
It is a highly transparent bridge amid beautiful natural landscape, serving as Bristol's landmark.

Efficiency: Rational installation
It is a structure that can be installed rationally in a precipitous valley.

Economy: Economically sound structure
It is an economically sound structure constructed with current high-level technology.

3. Proposal of a self-anchored PC composite truss bridge

Highly transparent bridge serving as a landmark

1) Devices for downsizing
The self-anchored PC composite truss bridge, as described later, excels in constructive properties and economy. In addition, it can be installed without altering the nature of the valley, keeping natural landscape intact. However, as the span is 190 meters long at this bridge site, the structure height at the center becomes 13 meters, which can block landscape.
To cope with this, the PC suspended ribbon slab is lifted by installing towers on both banks, thereby reducing the size of the composite truss structure.

2) Devices for increasing transparency
The truss bridge made up of a PC suspended ribbon slab, an upper slab and steel pipes is highly transparent, thanks to its thin components. To increase transparency further, steel pipes are set vertically to eliminate obstructions of view.

3) Form for distinct force flow
The combination of towers with a PC suspended ribbon slab produces a new type of bridge that would serve as a local landmark in Bristol. The towers are designed to produce distinct force flow in order to show that the towers and the PC suspended ribbon slab are connected via a single catenary curve, underpinning the upper slab.

Rational erection method Economically sound structure

1) What is a self-anchored PC composite truss bridge?
It is a truss bridge composed of a concrete upper slab that serves as road surface, a PC suspended ribbon slab drawing a curve, and steel pipes that can be constructed with the suspended erection method. The PC composite truss bridge is a self-anchored structure in which tension on the PC suspended ribbon slab generated by a load is conveyed from one end of the bridge to the upper slab.

2) Features
PC suspended ribbon structure is installed by using prestressing steel tacked across without any support, thereby enabling installation even in a precipitous valley. Installation can be completed in one summer. Thus, it is advantageous in snowy and cold area in particular. The bridge is made up of small components, allowing it to be constructed even if the bridge erection site or passageways are narrow.

図 3.1.6 提出作品(2)

We challenge the work of Brunel with

The Japanese Spirit "大和魂" ~Yamato Damashi~

1. Introduction

Just as Brunel designed the Gower elevated bridge. In the past, there existed a well-thought-out bridge that was built with the objective of extending out as much as possible, by making full use of technology available at the time in Japan. It is the Hane-Bashi, represented by the Saru-hashl bridge and the Almotobashi bridge. Utilizing the fusion of Japan's ancient bridgework technique with contemporary technology, we challenge the work of Brunel with the Japanese spirit "大和魂" -Yamato damashi-.



2. Design concept

We propose a bridge that represents the Yamato spirit by means of the following three "E"s:

Efficiency: Rational Installation

It is a structure that can be installed rationally in a precipitous valley by applying Japan's ancient bridgework technique.

Economy: Economically sound structure

It is an economically sound structure by applying current high-level technology and ready-made steel material.

Elegance: An elegant and highly transparent bridge that serves as a landmark

It is a highly transparent bridge amid beautiful natural landscape, serving as Bristol's landmark.

3. Technical features

(1) Japan's ancient bridgework technique - Hane-Bashi

The Hane-Bashi is one of Japan's ancient bridgework techniques. One end of the main girder (haneg) is buried in a rock wall and the other end overhangs a valley. With the protrudent girders from both banks as the base, another girder is built horizontally on top. This eliminates the need for a temporary structure when conducting superstructure work and shortens the center span length as well, making a rational and highly economical bridge possible.

(2) The large-diameter inclined caisson-type pile that minimizes changes in ground surface

One of the issues in the construction of the Hane-Bashi is to fixate a part of the main girder on a rock wall without fall. To address this, we decided to apply the large-diameter inclined caisson-type pile that is in use in Japan. Using this construction method, we drill normally against the rock wall surface by applying NATM and use the whole a pit as the foundation structure. Not only does this method excel in constructive property and ease of installation, it also minimizes the ground surface range affected by drilling. Thus, it entails few changes in external appearance and keeps natural landscape intact.

(3) Cantilever method by means of the pier structure requiring no temporary structure

As the figure shows, the upper pier structure is built while overhanging the main girder structure of the side span in a stepwise manner. The structure when installed will not change when it is completed, which eliminates the need for a temporary structure. This is the major feature of this structure. Thus, significant cost reduction is expected.

(4) "Strut structure of the center span" improving transformability of the entire bridge

Transformation that occurs when a load is applied is conveyed to the center span as an axial force via the pin support point at both ends of the center span. This axial force is absorbed by the arch structure of the center span, while the "strut effect" conveyed to the structure on the opposite bank helps give shape to a rational structure.

4. Construction procedures

STEP 1 Foundation work by applying the large-diameter inclined deep caisson-type pile using an inclined railway transport.



STEP 2 Stepwise construction of the overhanging structure of the side span.



STEP 3 Large block erection of the center span with a winch.

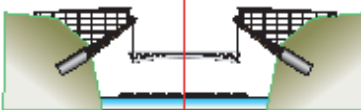


图 3.1.6 提出作品 (3)

New Clifton Bridge "3E Pipe Arch Bridge"

Design Concept

Whereas techniques and materials available at that time were fully utilized in the construction of the Clifton Suspension Bridge, we apply current high-level technology and the latest materials to the construction of a bridge that excels in efficiency, economy and elegance.



Elegance : It is a structure that blends well with beautiful natural landscape and represents strength that serves as the foundation of a bridge.

Efficiency : It is a rational structure due to the combination of steel and concrete - a symbol of modern materials.

Economy : It is an economically sound structure as the right material is used in the right place.



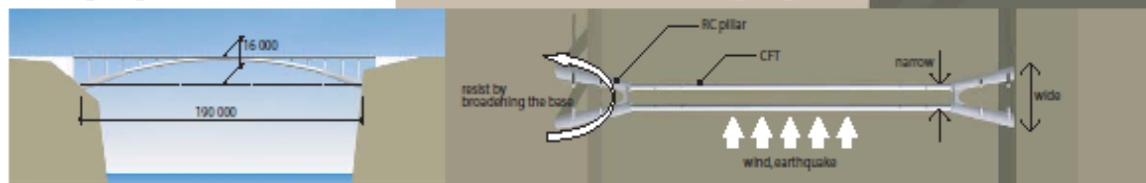
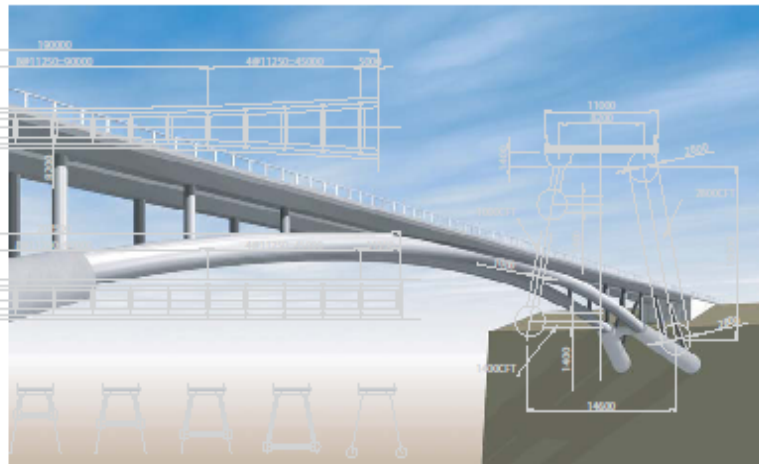
Form and Structure

1) A bridge that can blend well with landscape

An arch bridge that can blend well with natural landscape is built by reducing arch rise to lessen components, realizing a simple structure. Using steel pipe components, the bridge boasts of modern, sophisticated details to exude a highly aesthetic taste.

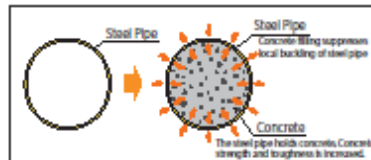
2) A bridge that expresses strength

The steel arch bridge inevitably becomes a cumbersome structure due to the connecting member that were installed to increase side rigidity. To address this problem, an arch rib is enlarged at the point of support to increase side rigidity, and the connecting member are eliminated to simplify the structure. A bridge that clearly shows its strength can be built by making the enlarged point of support a reinforced concrete (RC) structure.



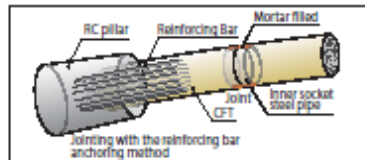
Material and Construction

1) Use of CFT (concrete filled steel tube)



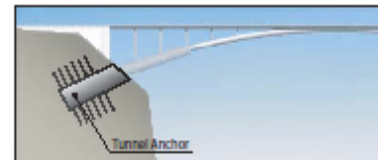
Primarily, an axial compression force acts on the arch rib; thus, reinforcement is needed to prevent buckling, the steel's weak point. A rational structure can be made by taking advantage of material properties and using CFTs as steel pipes to step up compression resistance, reduce the cross-sectional area, and lessen the number of components.

2) Rational construction



CFTs are joined by the simple method of sleeve joints that requires neither welding nor bolts. Concrete is filled by the self-filling method using high-flow concrete and the reinforcing bar anchoring method is employed in joining the RC structure and CFT to simplify construction.

3) Use of tunnel anchor



In the case of the foundation structure, the tunnel anchor construction method to which the NATM (New Austrian Tunneling Method) is applied, is employed to minimize drilling of rock face, thereby preserving the natural environment.

図 3.1.6 提出作品 (4)

(5) 結果

1) 応募総数

各部門の応募総数を表 3.1.4 に示す。各部門とも多数の応募があり、本コンペに対する関心の高さをうかがわせる。

表 3.1.4 応募総数

部 門	応募総数
① 一般部門	118 作品
② 学生部門	600 作品
③ 小学生部門	900 作品以上
④ 中学生部門	
総 計	約 1,620 作品以上

注) 小・中学生部門の内訳は不明

2) 1次選考

一般部門では、選考は2段階で行われた。

まず、1次選考では、複数の専門家(人数、氏名、所属等は未公開であるが、2次選考の委員と同じである可能性は高い)により、全 118 の応募作品の中から7作品がショートリストとして選定された。幸運にも当部会からの作品もこのショートリストに選定された。選定された7作品を、図 3.1.7 に示す。



図 3.1.7 1次選考通過作品

3) 2次選考

2次選考では、1次選考を通過した7作品を対象に、各応募者に対して3人の専門家による10分間のインタビューが実施され、その結果により1位から3位までが決定された。インタビューは7月6日、ブリストルの「ブリストル・サイエンス・センター」で開催された「ブルネル生誕200周年記念祭」の当日、式典のオープニング前に現地で行われ、その結果は記念祭の場において発表された。しかし、ショートリストの7作品のうち2作品はイギリス国外からの作品（日本、エジプト）であり、記念祭への出席が事実上困難であったため、それらについては国際電話によるインタビューとなった。当部会の作品に対するインタビューでは、デザインコンセプトといくつかの技術的な質問がなされた。

記念祭は、イギリス、アメリカ、その他の国々の学会や協会のプレジデントを含む約500人のエンジニアが参加するディナー形式で行われ、応募者の顔写真とともに、各案のコンセプトに関する説明が行われた（日本とエジプトの案については、事務局が説明を行った）。

また、2次選考に先立って、ショートリストの7作品はインターネットでも公開され、一般からの人気投票も行われた。人気投票の詳細な結果は公表されていないが、2次選考で1位を獲得したユセフ・ガリ氏の案に対する人気が一番高かったようである（New Civil Engineer、7月13日号、2006年）。

最終的に選ばれた、1位から3位までの作品を、図3.1.8に示す。

	<p>順位：1位</p> <p>応募者：Youssef Ghali</p> <p>所属：建築家・エンジニア</p> <p>国名：エジプト</p> <p>選定理由：軽快感と優美さ、透明感がある。鳥のように空高く舞い上がるフィーリングがある。</p>
	<p>順位：2位</p> <p>応募者：Christian Frandsen (Cowiに移籍)、 Tun Shin Chang、Thomas Mew</p> <p>所属：URS Corporation</p> <p>国名：イギリス</p> <p>選定理由：深い谷間を利用した橋脚のないケーブルシステムによるデザインが良い。</p>
 <p>Since the installation point is a precipitous valley, it is a rational structure requiring neither support nor bridge piers. The construction method little affects the nature of the valley and is thus environment-friendly. The cable forming a graceful curve supports bridge girders without blocking the view, creating a gorgeous landscape.</p>	<p>順位：3位</p> <p>応募者：久保田、井上、永見</p> <p>所属：鋼橋技術研究会</p> <p>国名：日本</p> <p>選定理由：溪谷がつくる景観への眺望を阻害しないモノ・ケーブルの曲線が美しい。</p>

図3.1.8 1位から3位までの作品

なお、選考委員は以下の3名であった。

- ・ Michel Virlogeux (フランス技術アカデミー会員)
- ・ Mark Whitby (Whitby Bird : 会長)
- ・ Jim Eyre (Wilkinson Eyre Architects : ディレクター)

(6) まとめ

デザインコンペと聞くと、土木を生業としている人々にとっては何か自分とは縁遠い言葉に聞こえるかもしれないが、それはわが国の少々特殊な事情ゆえであって、国際的には縁遠いどころか、まさに土木技術者が主役を演じることのできる(あるいは否応なく演じなければならない)華々しい舞台なのである。

土木工学は、よく経験工学とも言われるが、経験が重要なのは土木に限ったことではない。デザインにおいても同じである。経験することによって初めて理解し体得できることが、デザインの世界にもある。むしろ、デザインという「統合」を扱う分野だからこそ、一筋縄ではいかない判断と創造の妙があり、まさにそこに経験が必要となる。デザインにおける経験とは、実際にかたちを構想し、それを批判的に検証して、さらに改良を加える、その繰り返しと学びの過程である。たまたまそれを職業にしている人々がデザイナーと呼ばれているが、デザインという行為自体は誰にでも可能である。ただし、よいデザインをしようと思うならば、上記のようなデザインの経験を意識的に積み重ねる必要がある。そして、一般的に言われるデザインセンスというものは、かなりの部分が学習可能であって、センスがないからといって初めから諦めなければならないというような種類のものではない。逆に、いくらセンスがあったとしても、土木という、地道で目立たないが強い意志と責任感の伴う仕事のできない人は、土木のデザインには最初から向いていない。

当部会は、土木という、地味で目立たないが強い意志と責任感の伴う仕事を生業とする人々が集まり、デザインの研究を行っている部会である。土木技術者としての素養がありさえすれば、そして、意識してデザインの経験を積みさえすれば、デザイン力を身につけることは決して困難なことではない。困難に思えるのであれば、それはいわゆる従来の土木設計の考え方から見方や発想を少々変える必要があるからであろうが、そのハードルはそれほど高くはない。見方を変えるというよりも、見方を大きくするという方が適当かもしれない。いずれにせよ、土木構造物のデザインには、構造原理を熟知している土木技術者以上の適任者はおそらくいないと思われる。

ともかく、当部会で研究してきたことの実践の手はじめとして、今回のアイデアコンペに参加した。当部会の前身である「橋梁デザインにおける3Eに関する研究部会(H14年4月~H16年10月)」でも2度のコンペを経験しているため、それらを含めると今回で3度目の挑戦であった。今回のコンペは年度末の多忙な時期と重なったこともあり、全員が満足に参加できたとは言えないが、参加できた部会員にとってはよい経験になった。はじめのアイデア段階から、部会での議論を経て、次第にかたちが出来上がってゆく過程を経験することは、デザインを学ぶ実践的方法として基本的かつ有効な方法である。

今回のコンペでは、部会員の個々のスケジュールや時間の制約もあり、デザインに対して十分に議論を尽くせたわけではなかったが、そのような中でも一定の成果を得ることができたのは幸運であった。今回のコンペの経験を、今後、各部会員が自らの仕事に何らかの形で活かすことができたのであれば、そのとき、部会としてコンペに参加した目的が、本当の意味で達成されたと言えるだろう。

下路式桁橋のデザイン改善に関する考察

(株)宮地鐵工所 正会員 ○熱海 晋
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 齊藤展生
 千葉大学 大学院 正会員 杉山和雄

橋のデザインでは利用者の視点で橋面上のデザインを積極的に検討することが重要である。そこで筆者らは、最も需要の多い桁橋を、あえて下路式として計画した道路橋に着目した。下路式の道路橋は、橋面上に主構造が露出するため、橋を渡る者に対して視覚的なデザイン的アプローチを試みやすい。本文では、橋面上に露出する主構造を積極的にデザインに取り込み、橋の利用者に橋を渡る楽しみを感じてもらえるための下路式桁橋のデザインの方向性を論じた。

1. はじめに

我が国で13万橋以上とも言われる道路橋の多くは中小支間に対応する上路形式の桁橋である。しかし、橋を利用する者にとって、上路橋ほど味気ないものはない。そこで、筆者らは橋面上に主構造が露出する下路橋に着目した。下路橋は橋面上の利用効率の悪さから、適用が控えられる傾向にある形式であるが、下路式の特徴である床版面が低く抑えられる効果を考えれば、適用されるべきフィールドはもっと広いはずである。橋面上に主構造が露出する効率の悪さを、主構造のデザインを整えて橋の利用者に橋を渡る楽しみを与えることで補い、下路橋の存在意義を改めて見直したい。

2. 下路橋適用の実情

下路形式の事例調査を行った。橋梁年鑑平成7年度版から平成16年度版に掲載されている過去10年間の橋梁について、橋梁種別にデータを整理した(図1)。なお、調査母数は5,166橋である。

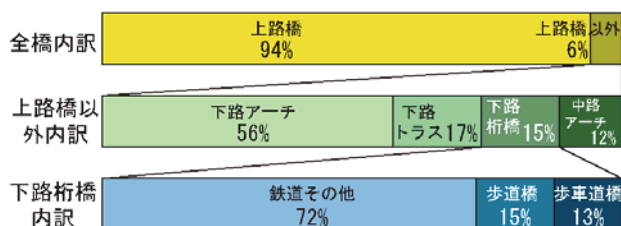


図1 橋梁種別内訳

予想通り上路橋の適用事例が圧倒的に多い。これは、橋面を最も効率的に利用可能な上路形式の優位性を定量的に示している。

一方で、下路形式の桁橋の道路橋での事例は全体比率で0.1%程度であり、適用例は極端に少ない。これは、前述した橋面上の効率の悪さから適用が控え

られてきたことによるものと考えられる。

3. 下路式橋梁が求められる背景

図2に示すような河川を横断する橋梁を考えてみる。この場合、取付道路の縦断線形の制約を考えると、上部工の構造高が高くなるほど、取付道路の延長は長くなり、沿道民地の盤上げが必要になるなど、近隣への影響が顕著に現れる。

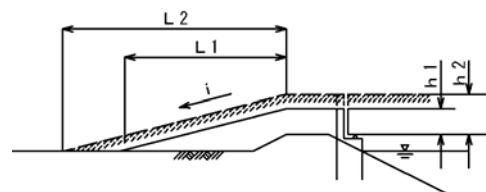


図2 渡河橋の取付道路

上部工の構造高（橋面～主桁下面）を下げる方策としては、鋼床版桁やパイプ桁、プレビーム桁などに代表される低桁高対応の橋種を採用するのが効果的である。しかし、これらは同支間長のRC床版桁橋に比べると、一般に工事費は高い。そこで、筆者らは、下路式の橋梁形式に着目した。下路式橋梁の構造高は、既往の実績であるハッ山橋(東京都)で最小約1.0m（構造高支間比：1/37）、前田橋(横浜市)

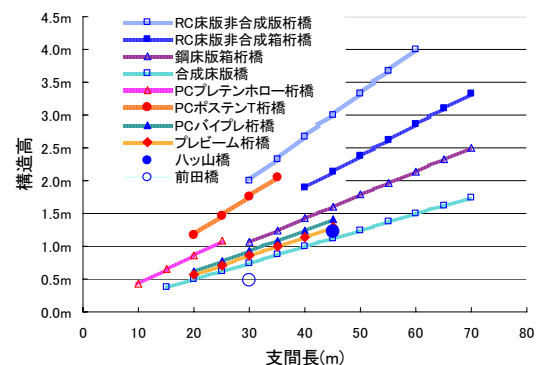


図3 主な橋種の構造高と一般的な適用支間長の関係

キーワード： 下路式桁橋 低構造高 鋼橋 デザイン 主桁形状 防護柵

連絡先：〒290-8580 千葉県市原市八幡海岸路通り3番地 株式会社宮地鐵工所 設計部 TEL:0436-43-8110

で約0.5m (同:1/62) と、非常に小さい値である (図3参照)。さらに、下路式橋梁は、上路式橋梁の工事費よりやや高くなるものの、低桁高対応の橋梁ほど大きな差はないことから、経済的にも優位な橋梁形式であると言える。

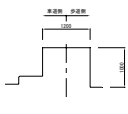
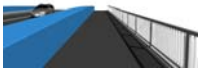

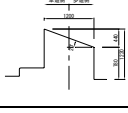


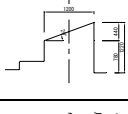


4. 下路橋の課題とデザイン改善の方向性

下路橋の一番の課題は、橋面上に露出する主桁の処理である。露出する構造の規模によっては橋上からの眺望を阻害しかねないばかりか、橋の利用者にとって最も目に着きやすいものであるため、その形状や添設部の処理などに特段の配慮が必要である。また、車道と隣接する部分は、車両の衝突にも配慮しなければならない。これらの課題に対するデザイン改善案を以下に検討してみた。

(1) 主桁形状のデザイン改善

主桁形状のデザイン改善として、上フランジの形状に着眼してみた。下路橋の場合、主桁上面に床版構造を配さないため、上フランジは必ずしも水平である必要性はない。表1は上フランジを水平、車道側に傾斜、歩道側に傾斜した場合の見え方について検証した結果である。

表1 上フランジの傾斜による見え方の違い

このように、上フランジに傾斜をつけただけで橋面上の印象は大きく変わることがわかる。ただし、いずれの場合にも傾斜の低い側は開放感が感じられるが、逆側については圧迫感が生じるのは当然である。そこで我々は図4に示すような上フランジ面を曲面形状とすることを提案してみた。前述した平面で傾斜したデザインとは異なる柔らかな印象となる景観が創造できる。この場合、出来るだ

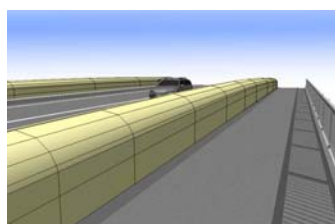


図4 曲面の上フランジ

け部材添設は溶接処理とし、ボルト群によるフランジ面の視線阻害を避けることが望ましい。なお、上フランジを曲面とした場合には、主桁上に子供がよじ登る事故を未然に防ぐ効果もある。

(2) 車両用防護策のデザイン改善

下路橋の場合、車両の衝突から主桁を防護するために、一般に図5に示すような車両用防護策の設置が必要になる。この場合、車道側の景観が煩雑



図5 下路橋の車両防護柵の例

になるばかりでなく、車両用防護柵設置用のスペースが必要となるため橋梁幅も大きくなる。

そこで、敢えて主桁構造で衝突力を受ける構造を考えた。本アイデアは、地覆形状による衝撃緩和策は講じるとしたものの、主桁内の構造補強や実験による検証が不可欠であるが、実現されれば車道面景観は大きく改善されると考える (図6)。



図6 防護柵を主構造に兼用させたイメージ図

5. おわりに

本論では下路橋に着目した橋面上の内部景観に関する改善デザインについて提案した。提案したデザインには実現に向けて更なる検討が必要であるが、このような課題をまずは投げかけることが、今後のさらなる展開につながるものと考えている。

なお、本論の内容は「鋼橋技術研究会 橋梁デザインにおける3Eに関する研究部会(2) (部会長: 杉山和雄千葉大学大学院教授)」内のワーキンググループにおいて検討されたものを中間的に取りまとめたものである。

謝 辞

本検討においては、(株)オリエンタルコンサルタンツの久保田善明氏、JFEエンジニアリング(株)の木本智美氏、開発コンサルタント(株)の井上信夫氏にご助言を頂いた。ここに厚く御礼申し上げます。

(参考文献)

社)日本橋梁建設協会: Design Data Book,2001.9.

社)PC建設業協会: PC道路橋計画マニュアル,1997.3.

<http://www.prebeam.jp/index.html>: プレビーム振興会

下路式桁橋のデザイン改善に関する考察(その2)

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 ○齊藤 展生
拓殖大学 正会員 永見 豊
開発虎ノ門コンサルタント(株) 正会員 井上 信夫
京都大学大学院 正会員 久保田善明
(株)宮地鐵工所 熱海 晋
JFE 技研(株) 木本 智美

下路式桁橋は、路面高を低く抑える場合に優位性があるだけでなく、橋面上に主構造が露出することから橋の利用者に対して視覚的なデザインアプローチを試み易い。しかし道路橋として下路式桁橋を計画する場合には、橋面上の利用効率や構造上の課題があり、これまで適用された例が少ない。本論は、これら構造上の課題を改善し、デザイン的に特徴のある下路式桁橋の提案を行うものである。

1. はじめに

筆者らは、これまで桁高制限の厳しい架橋条件下での道路橋計画を対象として、下路式桁橋の適用性について検討を重ねてきた。下路式桁橋は、その支間長にかかわらず路面から橋梁構造下端までの構造高を小さくできることから、桁高制限の厳しい架橋条件下での適用性が高い。しかし、橋面上の利用効率の悪さ、主桁の横倒れ座屈などの下路式桁橋特有の配慮すべき点が多いことなどからか、桁高制限の厳しい架橋条件下でも適用例は多くない。本論では、昨年度¹⁾に引き続き下路式桁橋の課題に取り組み、魅力ある下路式桁橋のデザインの方向性について論じることとした。

2. 下路式桁橋の課題

2.1 検討のターゲット

本論では、橋長が30~40m程度を必要とする渡河橋で、堤防に沿って民家等が近接しているため道路計画高を極力低く抑えることを求められる架橋条件下の橋梁を想定する。このような場合には、鋼床版桁橋やバイプレッシングPC桁橋、プレビーム桁橋などの低桁高橋で計画されることが一般的に多い。本論はこれら特殊橋梁をターゲットとしてとらえたものである。

2.2 構造的課題の整理

(1) 主桁の横倒れ座屈

圧縮フランジに横構のない下路式桁橋では、主桁の横倒れ座屈対策としてニーブレースと呼ばれる部材を追加する。このニーブレースは、鉄道橋によく用いられる

(写真-1)が、道路橋では部材自体が橋面上の利用効率を下げ、橋上景観性を悪化させる要因となりかねない。



そこで支間長は鉸桁の領域ではあるが、敢えて箱桁形式を採用することを考えた。箱桁形式では補剛材などは桁内に配置されることから、鉸桁形式に比べ橋上空間をすっきり見せることができる利点もある。

(2) 床版構造

下路式桁橋の床版は、主桁間隔が広いことから主桁間に渡す横桁上に支持させることになる。横桁の桁長は、2車線の道路橋として計画する場合、8m程度の長さが必要となる。この時、床版は弾性的に支持される構造となり、横桁上でも正曲げモーメントが卓越する傾向となる²⁾ために、床版構造に鋼床版を採用する例が多く見受けられる。鋼床版構造の採用は橋梁工事費増につながりやすく、近年では合成床版の採用も検討されている。筆者らは、この課題に対して発想を転換し、PCプレテン桁を用いた床版構造を考えてみることにした。

3. PCプレテン桁を用いた下路桁橋の床版構造

一般的な下路式桁橋の横桁が8m以上となることに着目し、通常I桁を用いる本構造の代わりに図-1に示すような小支間用のPCプレテンション桁(以下、PCプレテン桁という)を用いることを考えた。PCプレテン桁はそのまま桁の上面を路面として使用することが

可能となることから、横桁が床版構造を兼ねる利点がある。また横桁の桁高は 400mm 程度であることから、計画路面高も通常に比べて低く抑えることもできる。

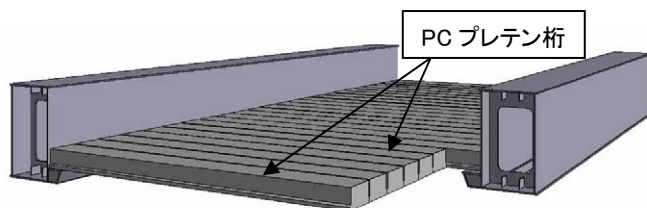


図-1 横桁に PC プレテン桁を用いる案(A案)

しかし、橋梁全体に PC プレテン桁を並べると死荷重増が大きく、主桁構造自体だけでなく、下部構造への影響も顕著になる。そこで、近年 PC 橋のコスト縮減策として実績が多い PC コンポ橋の構造を参考に、図-2 のような改善案を考えてみた。

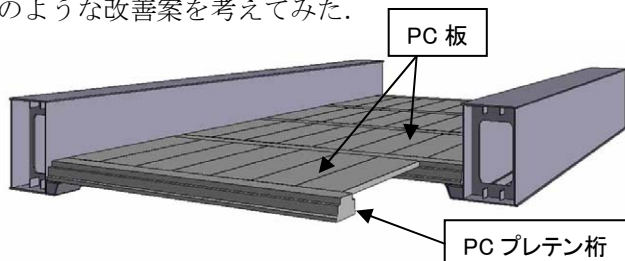


図-2 PC コンポ橋による床版構造案(B案)

B案はA案に比べて横桁として用いるプレテン桁の構造高がやや高くなるが、支配的な問題とはならないと考えられる。しかし、A案、B案ともに主桁にブラケットなどの構造を付加して接合するため、PC プレテン桁の重量を考慮すると、主桁に大きなねじりモーメントが生じるだけでなく、このブラケットの構造高で路面高が当初より高くなる。そこで、さらに発想を変えて、通常の上路桁橋の上下を反転させた構造をイメージし、図-3 に示すような横桁として用いる PC プレテン桁を直接主桁の下フランジに直接接合する案を考えた。

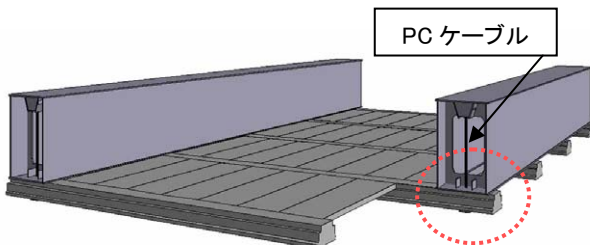


図-3 横桁を主桁下面に配置する案(C案)

C案の横桁は主桁を架設した後に設置するため、主桁下側から吊上げることになる。このような場合は、PC 吊床版橋で用いられる懸垂架設工法が参考になると思われる。本案では、橋台位置で主桁下にプレテン桁を吊上げ、主桁上を軌条として計画位置まで移動し主桁

に固定する。横桁の重量は吊床版より大きいので、実際に実現可能かどうかは今後の検討による。その他、本論で述べた各案は、今後工学的検証を必要とするが、このようなアプローチを続けることで、いずれ橋の利用者に価値の高い社会資本の提供を可能とするものと考えている。今後の研究成果に期待したい。

4. プレテン桁を横桁に用いた下路式桁橋の提案

以上の検討内容を踏まえたプレテン桁を横桁に用いた下路式桁橋は、図-4 のように橋全体が非常に薄いイメージが前面に表れるデザインとすることができた。また、耳桁を廃することで、横桁の木口面が橋梁側面の適度なアクセントとなる。さらに、橋上では重厚な主桁が橋の利用者に強く印象づけられ、橋の利用者に渡る楽しみを与えるデザインが演出できる。

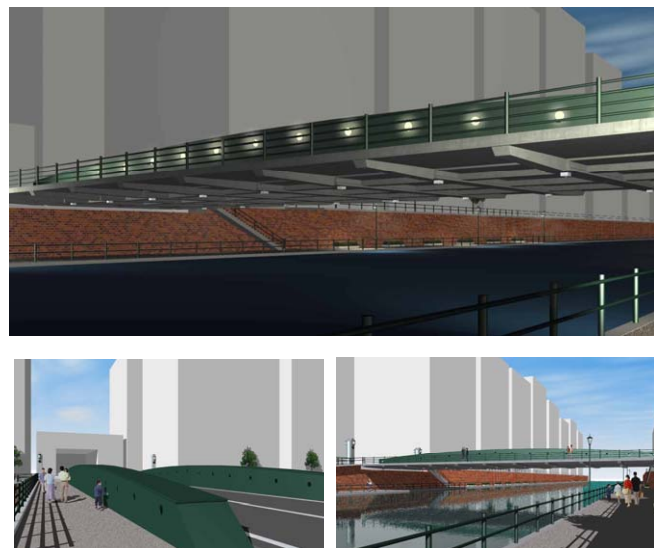


図-4 プレテン桁を横桁に用いた下路式桁橋

5. おわりに

下路式の特徴である床版面が低く抑えられる効果、また、橋面上に主構造を露出し、橋の利用者に橋を渡る楽しみを与えることができることを考えれば、適用されるべきフィールドはもっと広いはずである。今後も検討を重ねていきたいと考えている。

なお、本論の内容は「鋼橋技術研究会 橋梁デザインにおける 3E に関する研究部会(2)」内で検討されたものを取りまとめたものである。

参考文献

- 1) 熱海 晋他：下路式桁橋のデザイン改善に関する考察，土木学会第 61 回年次学術講演会，2006 年 9 月。
- 2) 高橋昭一他：将来拡幅を考慮した合理化合成床版を有する 2 主桁桁橋の提案，土木学会第 60 回年次学術講演会，2005 年 9 月。



A CASE STUDY ABOUT IMPROVING THE CIVIL ENGINEERS' ABILITY OF AESTHETIC DESIGN

BY DESIGN COMPETITION FOR BRIDGES OVER CHEONGGYECHEON

ABSTRACT:

Engineers designing public facilities such as bridges must take into consideration Efficiency, Economy and Aesthetics. Nevertheless, many civil engineers are challenged to learn Aesthetics. The research group to which we belong decided to participate in bridge design competitions to practice improving ability of aesthetic design.

Our aims through these challenges are summarized below: 1) To master perspective drawing techniques as a tool to consider. 2) To get interested in various things on a regular basis and store ideas. 3) To gain experience in refining form by participating in competitions and working on practice exercises. 4) To improve presentation techniques so that viewers can imagine an attractive use of a bridge.

KEYWORDS:

Aesthetic Design, Civil Engineer, Design Competition

1. INTRODUCTION

It takes a long time for public facilities such as bridges to become a part of the local landscape. Therefore, civil engineers must pursue Aesthetics in addition to Efficiency and Economy. However, civil engineering departments in Japanese universities tend to place more importance on Efficiency and Economy than on Aesthetics in their educational curriculum [1]. In companies, a specialized landscape examination team designs for any facilities which will play an important role. In contrast, however, engineers without enough knowledge of landscape are forced to engage in designing through studying guidelines and manuals by themselves for other facilities

Currently, we belong to “The Subcommittee of 3E in bridge design of JSBEA, Japan Steel Bridge Engineering Association” [2] consisting of young practical engineers. Only 4 out of 22 group members have had practical experience in aesthetic design. As a result, we felt the need to study at both the theoretical and practical level.

To improve each member’s ability of aesthetic design, we participated in the design competition for bridges over Cheonggyecheon sponsored by Seoul Metropolitan Government.

The present paper discusses important points for engineers to improve ability of aesthetic design as well as future issues which we have learned as a result of: creating entries for this competition, a questionnaire survey conducted with members, and our analysis of the outcome of this competition as well as two subsequently competitions.

2. OUTLINE OF THE IDEA COMPETITION FOR CHEONGGYECHEON BRIDGE COMPETITION

A part of the river was covered up with concrete for six kilometers and used as a road. Additionally, an elevated highway was built above this road. This place became the most heavily trafficked area in Seoul. Afterward, the Seoul Metropolitan Government planned a project to remove the elevated highway and restore the river. This river is called Cheonggyecheon (Figure 1). According to the theory of the configuration of the ground (“Pungsu” in Korean), Cheonggyecheon is the most important river in Seoul and everybody knows its name in Korea.

As a starting point of this project, an idea for a competition for twenty bridges that would connect roads on either side of the river was held. The aim was to attract the interest of citizens as well as

seek ideas. The application period was from December, 2002- January 2003.

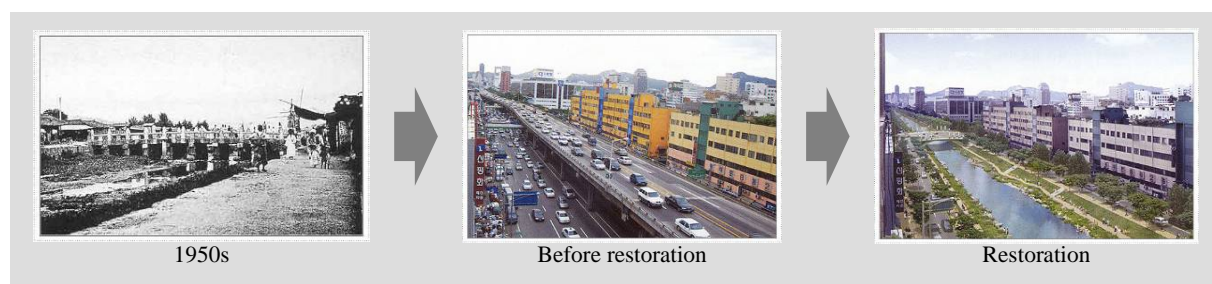


Figure 1: Plan for restoring Cheonggyecheon [3]

The twenty bridges were required to be designed as a symbol in the area with artistic and architectural beauty so that they could be well incorporated into the surrounding area. The locations of the 1st-6th upstream bridges were in a historical town. The 7th-13th bridges were in a commercial town and the 14th-20th bridges were in a new residential town. As for the bridge dimensions, the width was set to six meters for pedestrians for five bridges and the roadway width was set to 16-40 meters for 15 bridges for vehicles. The length was set to about 30 meters for 16 upstream bridges. These were smaller in scale than four downstream bridges. The lengths were either 60 meters or 70 meters (Table 1).

Table 1: Bridge dimensions

Area	1: Historical town						2: Commercial town						3: New residential town							
Bridge No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Type*	C	C	P	C	C	C	C	C	P	C	P	C	C	P	C	C	C	C	C	P
Roadway width (m)	22	38	6	38	16	18	32	26	6	29	6	20	38	6	36	16	29	20	29	6
Bridge length (m)	26	28	26	30	26	26	25	28	28	28	28	26	26	30	30	36	60	70	60	60

* C: Pedestrian/Car Bridge, P: Pedestrian Bridge

The entry's layout was set to an A2-size single panel (Figure 2) including a design viewpoint, a color perspective at a bird's eye view and a side view, and a free design (such as a drawing and a night scene). Entries for 1st-20th bridges were respectively judged. Awards were given as follows:

The First Prize: 20 Bridges, The Second Prize: 20 Bridges, The Third Prize: 2×20 Bridges



Figure2: Entry's layout

3. DISCUSSION OF THE STEPS FOR THE CREATION PROCESS OF OUR ENTRIE

This section discusses important points to improve the ability of aesthetic design along each step of the creating process of our entries. We followed the conventional process of creating aesthetic designs [4]. In other words, the first step is to think of creative ideas. Then, make form. Next, refine form. Finally, consider presentation.

STEP 1: THINKING OF CREATIVE IDEAS

This is a step for creating ideas about what kind of bridge would be ideal for the site. Each of our members created at least one design. Figure2 shows the designs contributed in the beginning.

Since almost all the members had no experience in creating an entry for competitions, they drew one ordinary-looking bridge. In addition, they had a tendency to use a drawing to express the idea. On the other hand, those who had experienced competitions had a number of novel ideas and used a perspective drawing technique or three-dimensional (3D) computer graphics to express the idea.

This competition sought out bridges which could be regional icons that have artistic and architectural beauty. Unfortunately, many of the designs created by our inexperienced members were not suitable for this competition. Thus, the designs were reviewed following our experienced members' advice.

Table2 Designs contributed in the beginning

1: Historical town				
2: Commercial town				
3: New residential town				

Important points to improve ability of aesthetic design at this step are summarized below:

(1) To master a perspective drawing technique

In order to create the ideas of novel structures and groundbreaking bridge space, it is necessary to draw many perspective drawings and see the image in three dimensions. Therefore, it is important to master a perspective drawing technique as a tool to consider.

(2) To store ideas on a regular basis

It was difficult for us to create ideas about novel structures and groundbreaking bridge space and maintaining structural rationality. It is important to get interested in various things on a regular basis and store ideas.

STEP 2: MAKING FORM

This is a step to describe ideas in drawings. We understood that this competition aimed to seek ideas. Nevertheless, we decided the bridge proportion and dimensions of elements, thus, trying to make our design feasible from the engineer's point of view (Figure 3).

This step took considerable time since the ideas of the structural form were different from those in our usual work.

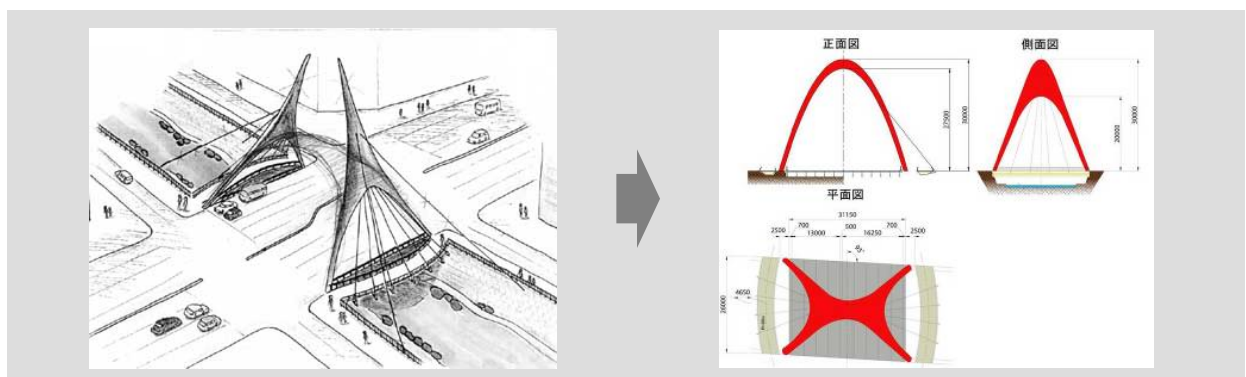


Figure3 Examination of bridge proportion

In order to make our design feasible, important points at this had to be considered, such as, getting interested in information regarding new technology and storing knowledge on a regular basis.

STEP 3: REFINING FORM

Refining form is a step to imagine the form in three dimensions and elaborate the details of the bridge proportion. Ideally, all the members should refine form from their own design. This time, however, only experienced members participated in this process because of time limitation. As they were used to this process, many good ideas were obtained.

In this step, members could quickly understand differences in the forms by comparing the idea of before and after. Therefore, it can be said that ability of aesthetic design will be improved as we gain experience. Table 3 shows completed perspective drawings.

Important points at this step are shown below:

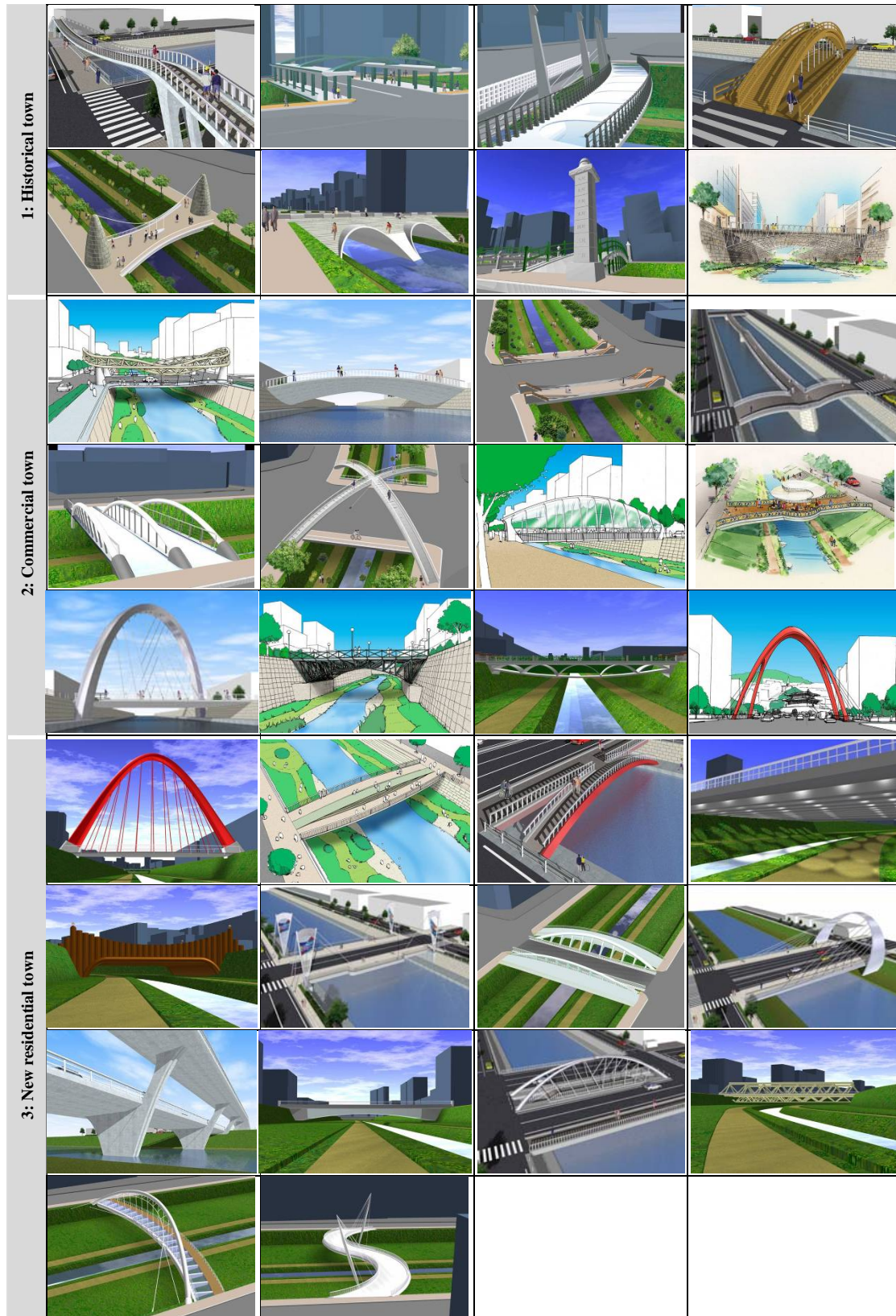
(1) To master techniques for perspective drawings or 3D computer graphics

In order to imagine the form in three dimensions, each engineer must master the technique of perspective drawings or 3D computer graphics.

(2) To gain experience

It is important to gain experience in refining form. However, it is difficult for engineers who usually engage in structure design to do this kind of work continuously. Therefore, they are required to participate in competitions or work on practice exercises in order to get such an opportunity.

Table3 Completed perspective drawings [5]



STEP 4: CONSIDERING PRESENTATION

Considering presentation is a step to create images and panels for submission. As for the application method, the layout guideline was provided. In order to attract the judges' attention towards characteristics of our bridges, we thought consideration for the angle of the perspective drawing and the content of a free design which would indicate its characteristics are important (Figure 5). Unfortunately, we couldn't get enough interest for our designs because of the time limitations and lack of experience.

Important points at this step will be shown in section 5 titled "Discussion of our prize-winning works".

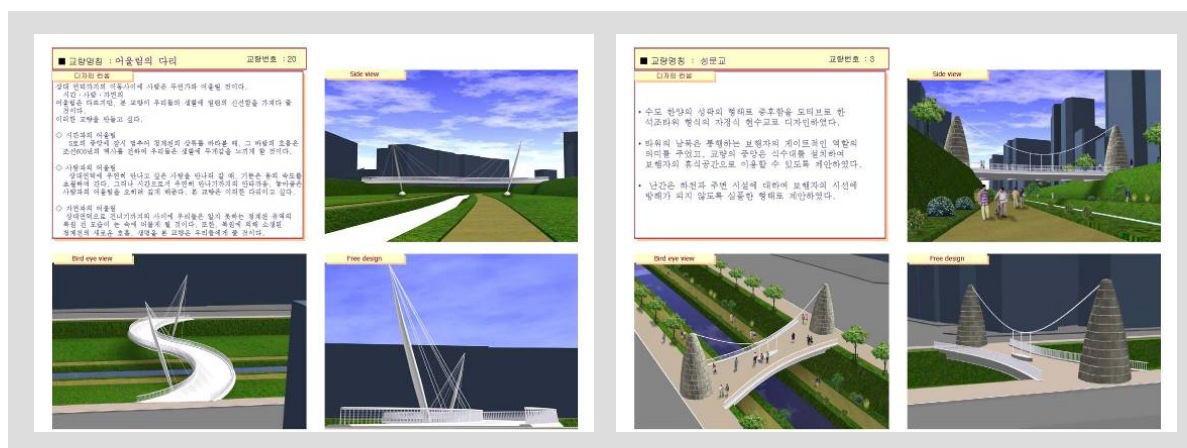


Figure5 Panels for submission [5]

4. DISCUSSION OF THE QUESTIONNAIRE SURVEY CONDUCTED WITH OUR MEMBERS

A questionnaire survey was conducted, by asking each member to choose the best five bridge designs among our submitted works and write down reasons for the selection (22 respondents).

The highly-vaunted works were 14th bridge (9 votes), 13th bridge (8 votes), 4th, 12th, 20th bridges (7 votes), and 1st, 7th, 9th bridges (5 votes) (Table 4).

Keywords used to state their reasons for the selection were extracted from the results. The best five keywords used for the highly-vaunted works are shown below in order.

1st place Novel form to become an icon

2nd place Structural rationality

3rd place Innovative use of space

4th place Harmony with the surrounding areas

5th place Decorative effect

Table4: Results of the questionnaire survey

	Work	Number of Reason*					Work	Number of Reason*					
		A	B	C	D	E		A	B	C	D	E	
14th bridge (9 votes)		0	7	1	1	1	20th bridge (7 votes)		6	1	0	0	0
13th bridge (8 votes)		5	0	0	3	0	1st bridge (5 votes)		1	1	2	1	0
4th bridge (7 votes)		0	2	4	1	0	7th bridge (1 votes)		4	0	0	0	1
12th bridge (7 votes)		5	2	0	0	0	9th bridge (5 votes)		4	0	2	0	0
		Total of Number of Reason							25	13	9	6	2

* Number of Reason; A: Novel form to become an icon, B: Structural rationality, C: Innovative use of space, D: Harmony with the surrounding areas, E: Decorative effect

Novel form to become an icon and structural rationality were highly placed.

As suggested in Step 1 “Thinking of creative ideas”, it is necessary to store ideas on a regular

basis in order to come up with a design equipped with novel structures and groundbreaking bridge space as well as structural rationality. These criteria were confirmed as a common perception among the members. This questionnaire survey also enabled us to understand both strong and weak points of each member's work through evaluation of others' works.

An important point in this section is to see future issues by evaluating others' works.

5. DISCUSSION OF OUR PRIZE-WINNING WORKS

The judges for this competition consisted of 11 academic experts, including a professor at Seoul National University, fluent in: design and aesthetics, history and culture, structure and construction. The number of entries reported was 455. The first prize was given to four bridges, all of which were pedestrian bridges. The second prize was given to 13 bridges. The third prize was given to two entries per each bridge. Thus, the total number of entries which won the prizes was 57. Among these, we won six prizes (table5, 6).

Focusing on the features of the prize-winning works, it could be noticed that modern and light forms such as suspended structure and truss structure tended to win the prizes, even though some of these works would be questioned about the structural rationality.

The reason that 22 of 30 first and second prizes expected to be given to road bridges were not actually given to any work would be that many designs failed to grasp structural aesthetics because of the road bridges' broad width compared to the bridge length. The works which won the prize of road bridge designs included ones innovatively designed with side forms of girder, handrails, or floor plates. As for our design of the 13th bridge that won the second prize, its huge arch structure and gate-like monumental design which bears close resemblance to "Dongdaemun" were considered to be highly evaluated. Likewise, our works of the 12th bridge, with a highly monumental design and the 1st bridge, with an innovative use of bridge space, won the third prizes. These works were also highly evaluated in our questionnaire survey and it can be said that our evaluation criteria were similar to those of the judges.

Table5: Prize-winning works (First Prize and Second Prize) [5]



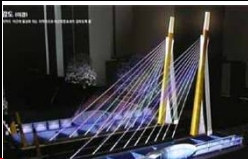





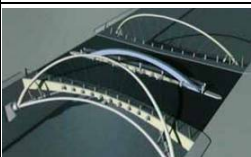

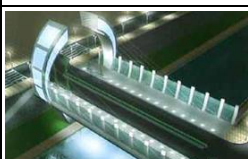
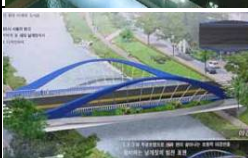











	First Prize	Second Prize		First Prize	Second Prize
1st bridge	Nothing		11th	Nothing	
2nd	Nothing	Nothing	12th	Nothing	
3rd			13th	Nothing	
4th	Nothing	Nothing	14th		
5th	Nothing		15th	Nothing	Nothing
6th	Nothing		16th	Nothing	
7th	Nothing	Nothing	17th	Nothing	
8th	Nothing		18th	Nothing	Nothing
9th			19th	Nothing	Nothing
10th	Nothing	Nothing	20th		

Table6: Prize-winning works (Third Prize) [6]

	Third Prize		Third Prize	
1st bridge			11th	
2nd			12th	
3rd			13th	
4th			14th	
5th			15th	
6th			16th	
7th			17th	
8th			18th	
9th			19th	
10th			20th	

On the other hand, our designs of the 17th, 16th, and 19th bridges also won the third prizes despite the low evaluation in our questionnaire survey. It is assumed that, although these designs did not fully satisfy the requirement of the structural rationality, their monumental designs, innovative use of bridge space as well as sophisticated designs would deserve such high appraisals. The high quality of the overall perfection is more important than anything else.

Panels of the prize-winning works had a technique to attract a lot of attention of their features. Presentations with modern, light, and monumental forms, attractively decorated facilities on bridges, and an effectively use of illumination tended to win prizes (Figure 6).

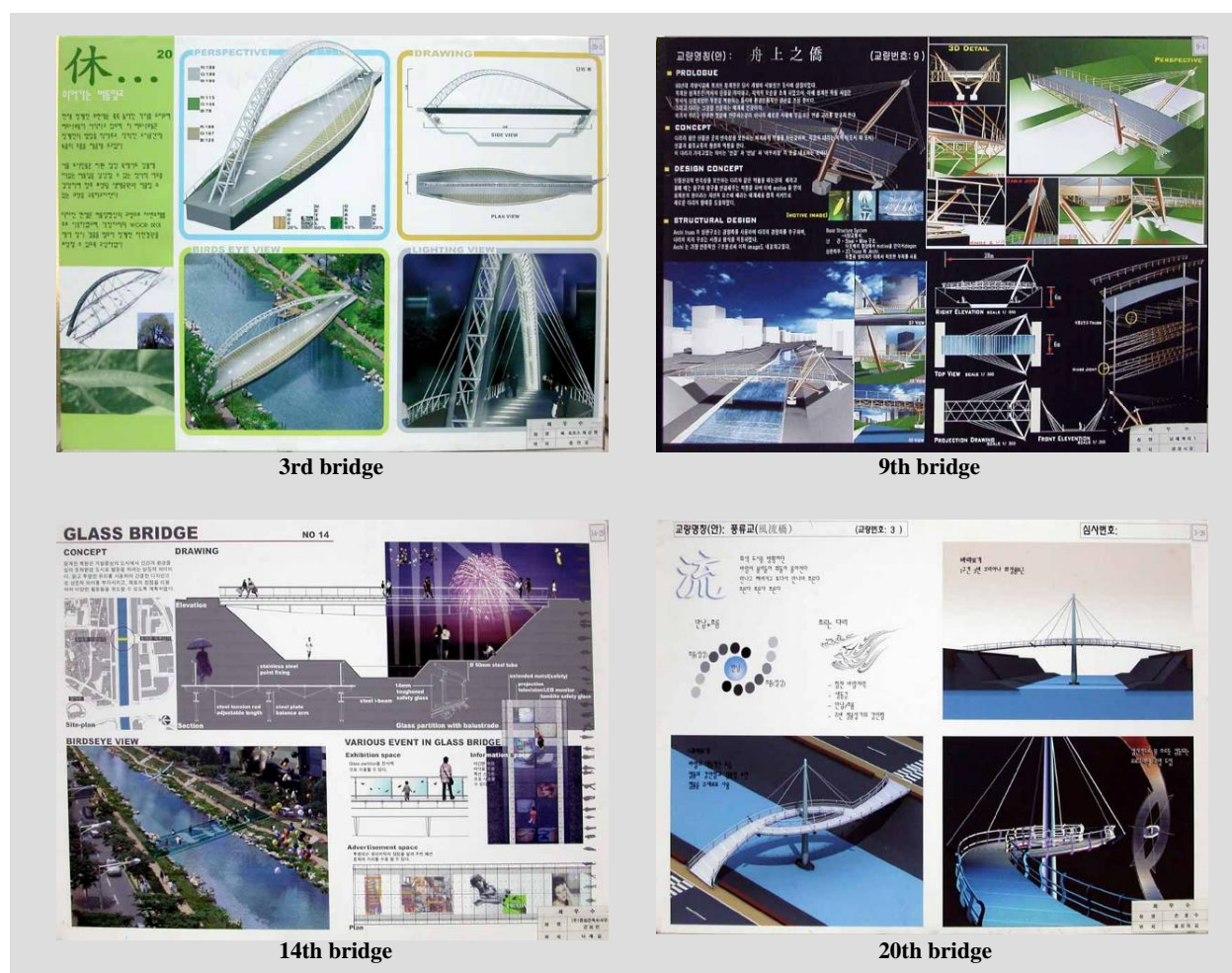


Figure 6: Panels of the prize-winning works [5]

Important points in this section are to come up with a presentation method which enables viewers to imagine an attractive use of the bridge and to design details of the bridge such as a handrail or a pavement.

6. RESULTS OF TWO SUBSEQUENTLY COMPETITIONS

We participated in two competitions after the Cheonggyecheon bridge design competition as part of our continuing group activities.

We submitted two entries to the Ebisu Bridge design competition by Osaka city⁶⁾. Among 217 total entries, three works were selected after the initial screening where our entries were rejected. In comparing these three selected works with our works, our ideas were quite similar to them. We confirmed that we had moved toward the right direction of thinking creative ideas (Figure 7).



Figure 7: Ebisu Bridge design competition Submitted works and Prize-winning works

We also submitted four entries to the Clifton Crossing Competition 2006 by Bristol University and NCE, New Civil Engineer, the English journal⁷⁾. Among 118 entries in total, our work won the third prize (Figure 8).

Consequently, this experience has proved invaluable in gaining experience and links directly to improvement of ability of aesthetic design.

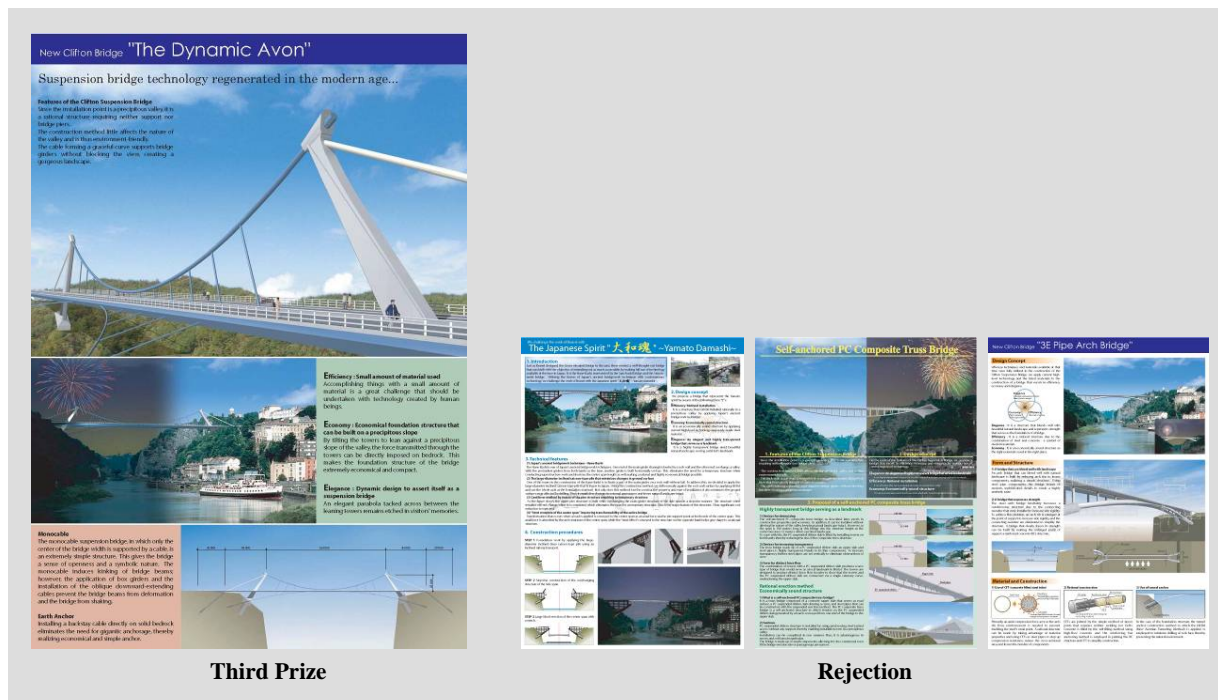


Figure 8: Clifton Crossing Competition 2006 Submitted works

7. CONCLUSIONS

Through our participation in these competitions, we have gained an entirely new viewpoint and learnt future issues that we missed in daily design work. There are a variety of options to choose in a process of putting together ambiguous images into one form. Our job is to seek the most appropriate option by using a perspective drawing technique or 3D computer graphics. This very process is design. Through this process, our design ability has improved. To sum up, important points at each step required to improve ability of aesthetic design are shown below.

Step 1: Thinking of creative ideas

To master a perspective drawing technique as a tool to consider

To get interested in various things on a regular basis and store ideas

Step 2: Making form

To get interested in new technology information and store knowledge on a regular basis to make feasible designs

Step 3: Refining form

To master technique of perspective drawings or 3D computer graphics in order to imagine the form in three dimensions

To gain experience in refining form by participating in competitions and working on practice exercises

Step 4: Presentation

To improve presentation techniques to help viewers imagine an attractive use of the bridge

In order to improve ability of aesthetic design, it is important to gain experience. However, it is difficult to find such an opportunity in Japan. The future issues are summarized below.

To increase opportunities to participate in competitions in Japan.

To offer more practical classes in university level.

REFERENCES:

[1] Among ten universities with civil engineering departments in the Tokyo metropolitan area, only three universities offer practical classes of aesthetic design.

[2] Among 22 members, eleven members are engineers who work for the civil engineering consultants and the other eleven are engineers who work for the steel bridge manufacturers.

[3] <http://japanese.metro.seoul.kr/chungaehome/seoul/main.htm>

[4] Y. NAGAMI, "A study for the bridge aesthetic design by idea competition participation", Japan Society of Civil Engineers 2003 Annual Meeting abstract collection, IV-313, 2003

[5] The Subcommittee of 3E in bridge design of JSBEA, Japan Steel Bridge Engineering Association, Design competition for bridges over Cheonggyecheon Work collection, 2003.2

[6] <http://www.city.osaka.jp/kensetsu/newarv/press/2001/20030801.htm>

[7] <http://research.cen.bris.ac.uk/cc06>