

橋梁計画における構造美と景観

山下 幹 夫*

1. まえがき

我が国のインフラストラクチャー（以下、インフラと略す）の整備状況は、最近目を見張るほど進んできたと思われるが、欧米の諸外国からすれば日米構造協議の議題に上るように、まだその方面の整備が不十分であると指摘されている。

インフラ整備は我が国の社会機構の変化とともに、そのニーズが変化し、多角化している。筆者は建設コンサルタントの技術者として、道路整備等の業務に従事し、その一翼を担っているものと自負しているが、このインフラ整備の中で、特に筆者の専門とする分野（橋梁計画・設計）においては環境的同化に目を向けた質の向上が徐々に図られていることを、ひしひしと感ずる次第である。

そこで、本文は建設技術者の基本資質としてのニーズが高まっている景観計画に対し、橋梁計画面に着目し、主観を交じえた基本的問題について報告する。

2. 造形面からとらえた構造材料

まず、橋梁を構築するうえで、使用する材料をどのようなものに設定するかが重要な計画上のファクターとなる。そこで、現在構造材として主流をなしている鋼材とコンクリート系（RC、PC、SRC、PRC）の2種類について、造形面に着目した考え方を述べる。

まず鋼材を構造材として用いた橋は、材料強度と重量の関係から、造形上の利点が全体の構造形式上にあらわれる。

例えば、長大支間のアーチ、トラス、斜張橋等はスレンダーなメンバーで構成できるので、プロポーシオンに関わる構造的造形の制約は少ない。これは、発生断面力に相応した鋼材の強度、板厚の調整の自由度が高いため、部材外形寸法を変更するまでに至らず、その結果、全体構造形のプロポーシオンに与える影響が少ないからである。しかし、2次部材となる細部の形式では板材の溶接構造が主流であるため、構造的必要部材のみではその凹凸感を消すことができない。これらの凹凸感の解消には加工した化粧板などの副資材が必要となる。

一方、コンクリート系であるが、鋼材と対称的に構造材の自重のハンデキャップは免れない。しかし、「圧縮力には強い」という特性を用いたRCアーチやPC構造の発達によって、構造形プロポーシオンでも鋼橋にも劣らない長大径間の桁橋、斜張橋等が計画、施工されている。これらは見方を変えると、コンクリートの単独構造ではなく、有効に鋼材のアシストを得た構造であるが、ここではあえてコンクリート系とした。

コンクリートの造形は橋梁に限らず、いろいろな所で使用されているが、橋梁でもその重厚マッシブなイメージをうまく使い、頑強な信頼感を与えたり、空間の広い場所で部材の大きさそのもののイメージを和らげるような配慮をした計画がされているようである。

加えて、細部の造形的な面で型枠を用いて固めるコンクリート構造はその自由度が鋼橋に比べて、はるかに高いと言えるし、橋梁全体表面の連続性に着目したとき構造形との一体感を十分引き出すことが可能となる。

この比較は一般論であるが、計画橋梁の材料選定にはこれらの特色を理解して、評価しなければならない。

また、これら鋼やコンクリート以外で、今は実用段階には至っていない新素材系の材料も今後、構造材や造形材料として大いに使用されることになるとと思われる。しかしながら、使用材料の選定は構造形プロポーシオンにポイントを置くか、細部の造形性に着目するのにより大きく評価の分かれるところである。

このような点を含め、全体の造形性に着目した総合的評価ではコンクリート系が若干ではあるが優位である。

3. 景観の視点

最近の橋梁計画業務では「カッコ良い橋」を造りたいとか、「見た目の良い橋」を考えて欲しいなどの発注先からの要望が強い。

このようなことは10年ほど前まではとても考えられないようなことであった。これは社会全体に余裕ができたのか、はたまた突然、社会資本建設が使用性や環境調和に目覚めたのか複雑な気持ちであるが、これこそ筆者の「望むところ」でもある。

しかし、計画した提案橋梁の採否は発注先の手の中にあるのも事実で、最善を尽くして説明しても感覚の物差しは一朝一夕には変わらない面もある。何はともあれ建

* Mikio YAMASHITA : 開発コンサルタント（株）技術部長

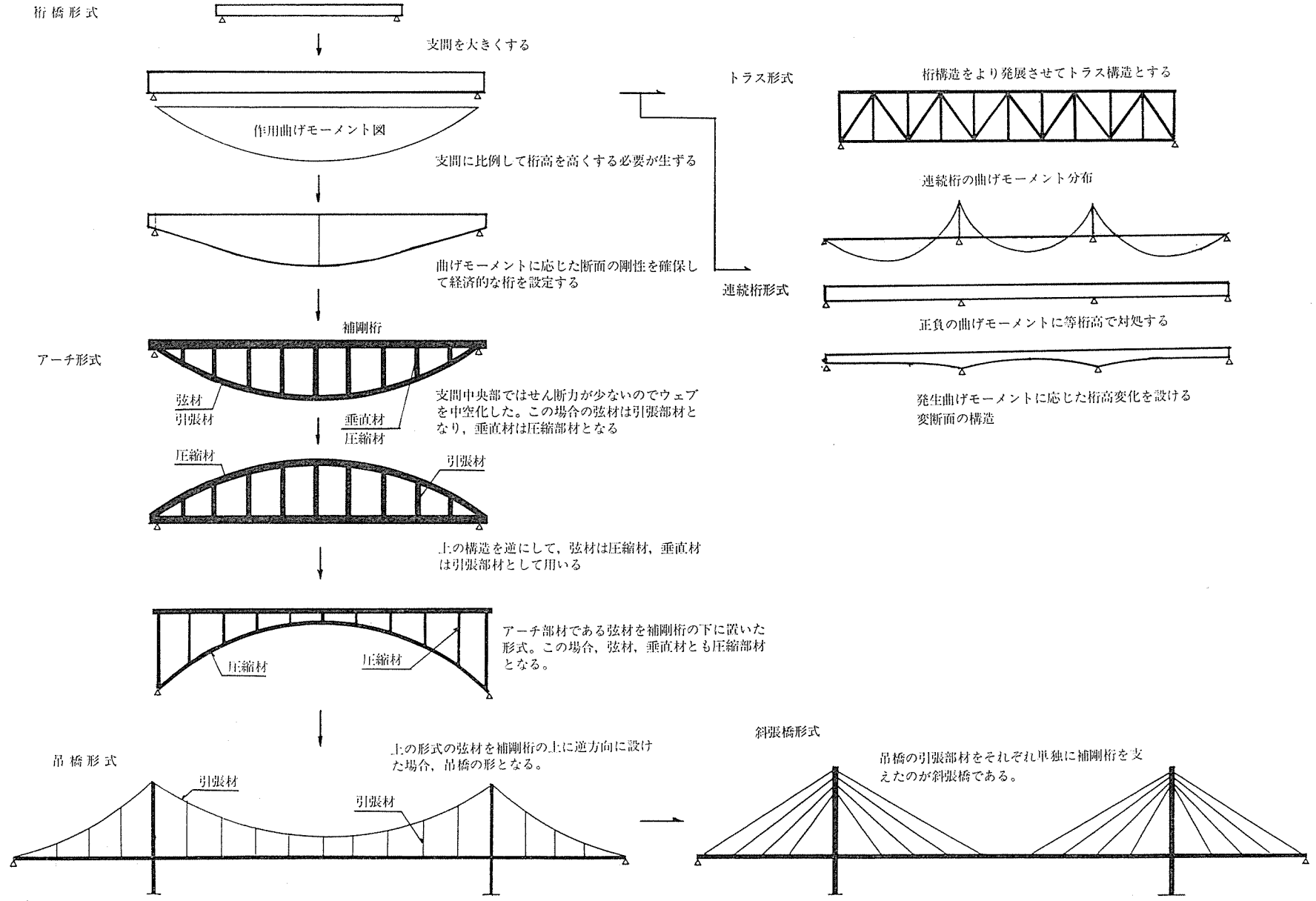


図-1 構造形式変化図

設事業全体は景観考慮、修景設計など良い方向へ流れているのは事実である。

橋の計画で「形の 良い橋」と「見た目の 良い橋」の違いは、やはり視点の違いであると感ずる。つまり、全体のプロポーションに着目すれば「形の 良い橋」となり、橋を見る視点は周辺を含む風景の一部に橋があることになるから、当然、遠方からの眺望を前提に考えなければならない。

一方、「見た目の良い橋」ではどうしても近い視点を想定する。これは最近良く見かける橋面工や高欄等の橋上設備に代表される、修景計画の個別デザイン化を指していると思えてならない。一般にデザインという場合には、このような細部の寸法や使用材料の選定に力を入れていることが通常であるが、眺望的な遠視点も重要であると考え。勿論、これらの二つの感覚はいずれも大切だが、筆者は遠視点の橋梁美学に、その魅力を感じ得ずにいられない。

この橋梁美学に関して古くから、深い渓谷には上路アーチ橋、広大なる大河風景には桁橋が似合うなどと言われてはいるが、その定量的、実証的なものは無い。しかしながら実際、このような風景に出会うと、なるほどと思わせるところがある。

そこで、以下の本文では遠視点でとらえた橋梁景観と構造形に主点を置いた基本的な計画の考え方を述べる。

4. 橋梁構造の基本と景観上のポイント

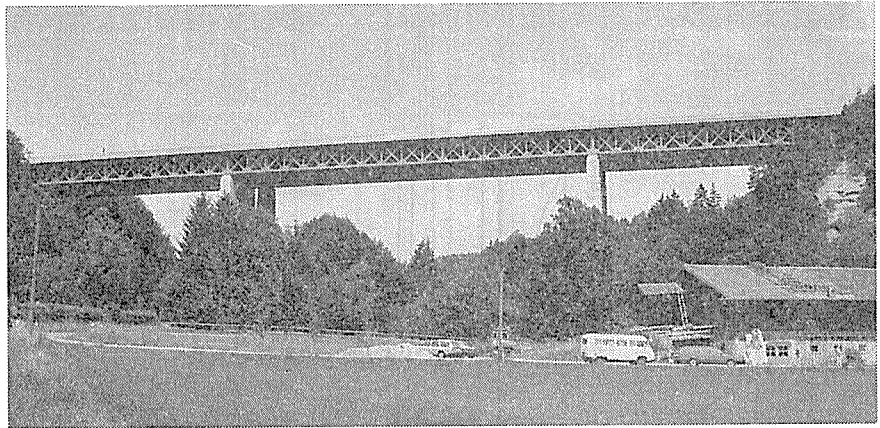
橋梁の構造形の基本はやはり桁構造である。架橋しようとする径間長が長くなるにつれて、その構造的必要性から断面の剛性を大きくしていくことが考えられ、この発想からいろいろな橋梁形式が考案されたものと理解される。

これらのことを具体的に図示すれば 図—1 のように表わすことができる。

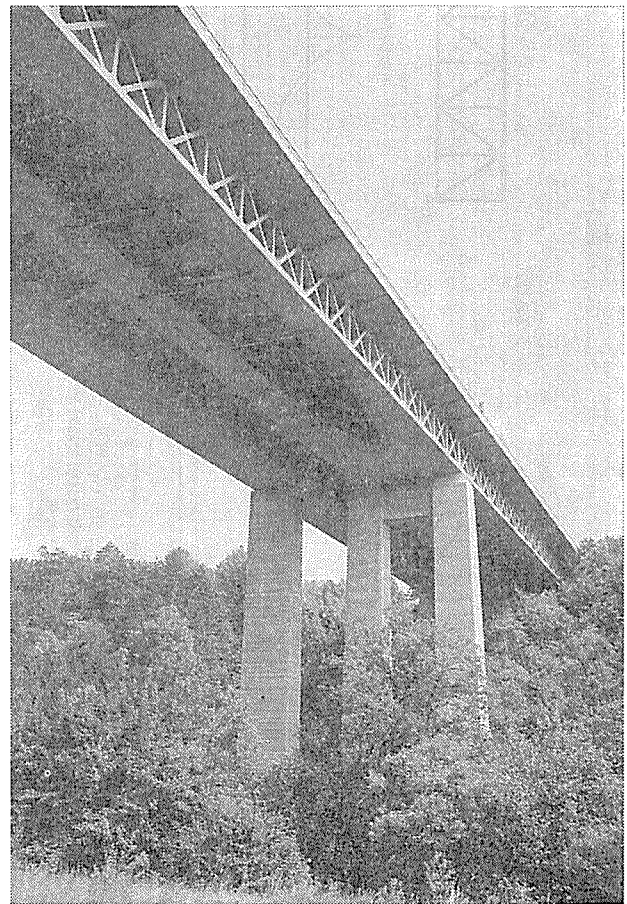
橋梁形式を計画に適用する場合には、単に適用支間と形式で選定するだけでなく、これらのことを十分理解したうえで行うことが適種適用の必要事項である。

現在、用いられているコンクリート構造（PC 等も含む）の形式を大別すると、以下の4種類に分けられる。

- ◎桁 橋
- ◎トラス橋
- ◎アーチ橋
- ◎斜張橋



写真—1



写真—2

この中で、トラス橋の施工実績は我が国で数橋と非常に少ないが、今後、施工方法の再検討や部材の設計法（特に接合部等）の開発によりスレンダーな部材を実現すれば、大いにその適用が期待できるものと考えられるし、外国においては 写真—1, 2 のような、その勇壮なる姿を見ることがもできる。

これら、各形式の景観上のポイントを記せば以下のようになる。

(1) 桁 橋

桁橋といっても、単純のT桁、合成桁から、長径間の

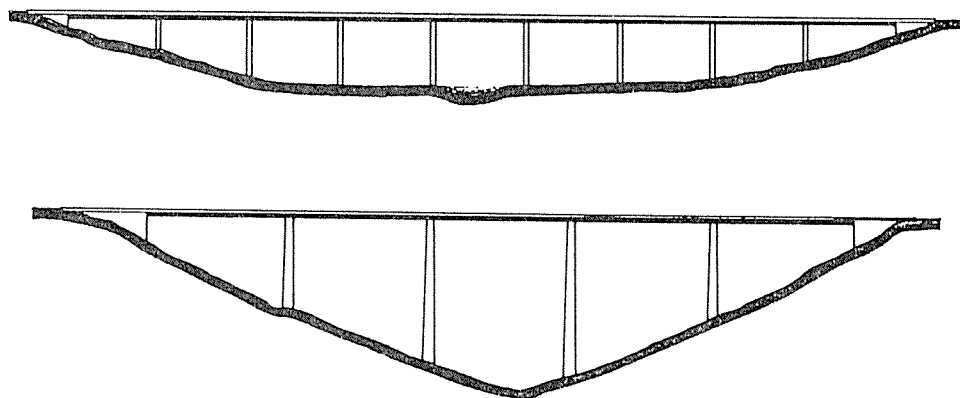


図-2 桁 橋

連続ラーメン構造形式まで、多くのバリエーションがあり、これらを同一視することは困難である。

しかしながら、構造的な美しさを考えた場合、一般的な前述のT桁や合成桁の単純桁構造では構造的な美しさを評価するレベルではないので、ここでは連続構造の箱桁やスラブ桁構造について述べる。

桁橋の構造的美しさは、直線的な単純なリズム感である。径間数が多くなればなるほど、その連続したリズム感が景観的に好ましいものとなる。このリズム感も、変断面構造を採用することによって、より一層助長されることになるが、近ごろは80m程度の支間までPCの連続桁も等断面の計画ができるようになってきているため、別の意味で直線的なシンプルさを強調できるような面がある。

特にスラブ構造のPC連続ホロースラブ橋は薄い桁と主版幅に関連した薄い橋脚壁から、都市部や平坦地の高架橋等で独特の景観場を演出している。

いずれにしても、桁構造の橋では下部工（橋脚）と併せて、そのデザインを考えなければならない。一般的に長径間橋梁では変断面構造を採用するケースが多く見られるので、桁橋特有の直線的シンプルさ、桁高変化によるリズム感をうまく融合させた配慮が必要となる。また、連続する長い橋梁区間では一部のみでなく、橋台から橋台までの全長にわたる思想の統一が重要となる。

桁橋のもう一つの重要な景観的な配慮事項はやはり支承の有無であろう。最近では橋脚と剛結したラーメン構造が数多く見られるが、このことは景観的な面と維持管理の利点を考慮した結果と言えよう。しかし、この構造の採用には橋脚の剛性が影響するので、橋脚高の低い橋梁ではやはり支承を設けた連続桁形式が適用されることとなる。この場合、コンクリートの長大連続桁では支承の反力が大きなものとなるため、鋼製の支承では支承高が高く、上部工と橋脚天端の間の空間が広すぎて上下部工間の連続性が失われ易い。この点の解消には支承高が低

いゴム支承等を用いたり、または支承を隠すような下部工での細工を行い、連続性や一体感を確保するような配慮が必要となる。

(2) アーチ橋

我が国のコンクリートアーチ橋の建設経緯は、支保工材の開発と施工方法の技術開発に大きく関連している。しかし、この構造形式は歴史が古く、古代ローマ時代の積み石構造に始まり、アーチ支間の大小を問わず建設されてきた。最近の橋梁に着目すれば、コンクリートという材料の性状、つまり“流動性の物を固める”とことから硬化前の状態の支持方法の開発が進んだことにより発展している。

長大径間のアーチとして高速道路の帝釈橋、宇佐川橋、別府明礬橋等が張出し式の施工で建設され、その支間長は200m以上にも及ぶ実績をもつ一方、走行性に着目し、メンテナンスを最小限に抑えるような、短径間の連続アーチ形式も多く建設され始めている。とはいえ、アーチ橋の存在をよく見かけるのは山岳の渓谷部である。

渓谷に架橋される橋は、時として側面から見られるが、大方は橋の下から見上げられることが多い。このため、山が迫り、少しだけの空間をみせる渓谷に、この空間を分断するような構造形（例えばTラーメン橋等）を適用することは景観上ではあまりにも不自然であろう。だから、上路アーチ橋を計画するのである。

景観的に見てもアーチは構造形式自体に細工が不要なほど美しく思えるのである。

しかし、アーチ構造の基礎となるアーチアバットは大きな力を受けるので、その設置場所には強固な地盤を必要とする。大方の渓谷部ではそれほど悪い地質のところは無いが、時として風化した土砂を被ることがあり、事前の地質概査を行う必要がある。地盤の良否はアーチ適用の成否を握る大きな要素となる。

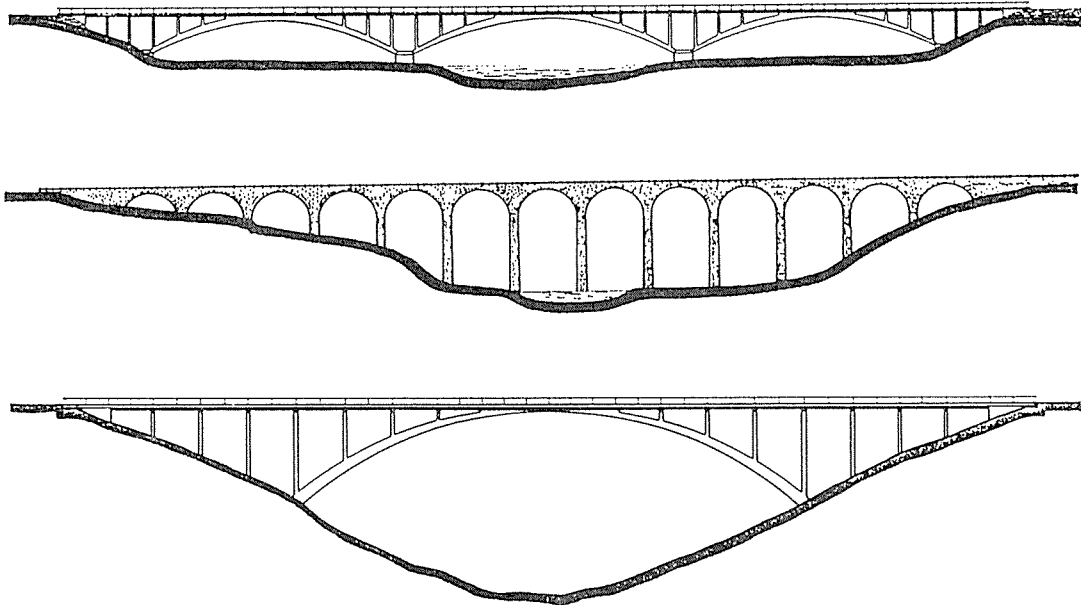


図-3 アーチ橋

(3) 斜張橋

近ごろの長大橋梁の建設ブームの中で特に目を引くのがこの構造形式である。鋼橋に始まり、その長大化傾向は PC 橋にも及び、我が国では PC 構造で支間 200 m 以上に及ぶ橋がすでに建設されている。さらに、コンクリートと鋼の複合構造の橋も建設されて、この形式の建設ブームはここ当分続きそうな状況である。

斜張橋は主桁、主塔、ケーブルの 3 種の構造部材で構成される形式であるため、これらの各部材の形状に特色を持たせた場合、組合せの方法いかんによって種々の造形が可能である。中でも、主塔形状とケーブルの配置方法がその造形のポイントとなっている。

全体のプロポーシオンからいって、斜張橋は三角形の頂点にタワーを置き、主桁を吊る斜材がその形を形成する山形が基本となっている。また、使用路面から、上方

に構造材の大半が存在するので、橋としての存在感を十分にアピールすることができる。このため、斜張橋の使用場所は付近が平坦であり、そのシンボリックな雄姿を生かせる背景が必要である。

当然ながら、平坦とはなだらかな丘陵部、都市部の河川付近や海上部等で、建設場所付近にこの橋梁と高さを競う建造物が無いことが、よりこの橋梁の存在感を明確にできることとなる。

この橋梁形式は歴史の浅い形式であるため、古くからの橋梁美学である 広大な大河風景に合う連続した桁橋で、今では一部、その桁橋に代わって用いられ、全体のアクセントとなって、ベストマッチすることと思われる。

しかし、我が国ではこのような大河風景は少ないので、おのずと同じような背景を持つ、海に目を向けるこ

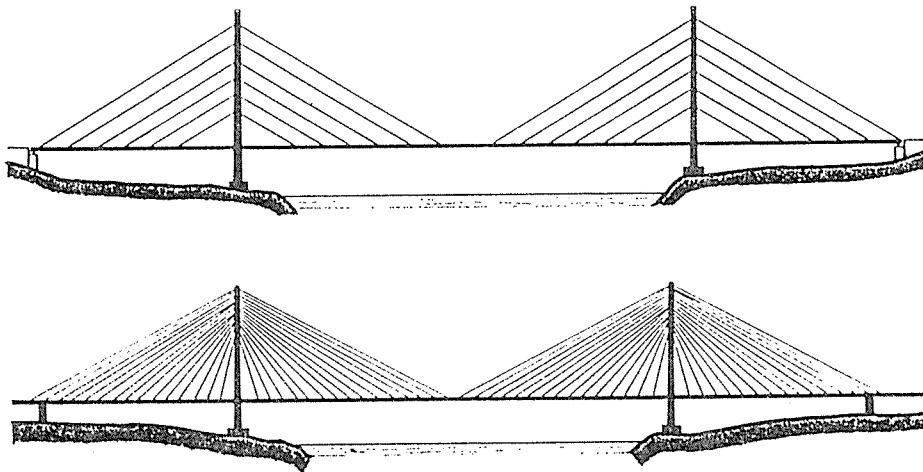


図-4 斜張橋

とも多くなろう。

最近では海岸線の開発が進み、本四連絡橋のように海上部に架橋されたり、埋立て地の連絡橋などの計画も多く、橋を見る視点は海上部の船舶からや、陸から眺めるなど、遠視点ケースが多いことがこの形式の景観上の優位性を位置づける。

加えて、斜張橋の採用は構造的な面においても航路の使用条件（航路限界）等で径間長が長くなったり、埋立て地への取付け計画上の問題から、低桁高が要望される等の諸条件で計画されるケースも多く、構造的必然性を伴う結果ともなる。

5. 地域テーマに対するマッチング

橋梁計画の地形的な問題を述べたが、構造形式を適用するに当たり、もう一点考慮しなければならない問題は架橋地域のテーマに対するイメージのマッチングを図ることであろう。

この問題は、テーマそのものを架橋地域が持っている場合が稀少なので、現時点では特に部分的な景観の配慮などで問題視はされていない。しかし、地域の全体計画が現実化すればするほど、この問題抜きで計画することが困難となるかもしれない。

例えば、現在施工中の青森大橋を計画したときも、青森市は臨港地区再開発の一環としてテーマを設定した。それは青森の立地条件と深くかかわり、最終的には青函連絡船のバース付近に建設される観光物産館のデザインに関連して、また八甲田山系を背景に持つ青森市のゲートとして、青森のアルファベットの頭文字「A」をそのイメージテーマとした。現在、この観光物産館はピラミッド型の三角タワーとして建設され、青函連絡船の廃止があったにせよ、その建物は青函トンネルに向かう北海道への玄関口、また逆に本州へのゲートとして、海上の

むつ湾を航行する船舶からも、青森市の目印としてランドマークの役割を与えられ、列車等の交通機関で青森市に入ると「青森に来た」という印象を人々に与えるなど、その役割を十分担っていると思われる。

同様に、港湾計画道路の一部として、JR 青森駅構内に架橋された斜張橋も、そのイメージテーマを踏襲すべく、諸検討のうえ逆Y一面吊りのPC斜張橋構造を採用している。

斜張橋の全体のプロポーションは、前にも書いたように三角形のイメージがあり、かつ橋軸直角方向にもA形に近い逆Y形のタワーがそのテーマとの合致を見せている。

ちなみに、近ごろの都内や東京近郊での青森市の広告媒体に「青森はピラミッド王国だ」という表現を見るにつけ、全体のテーマはやはり今でも生き、種々な所で活用されていると感ずる次第である。

例に挙げた青森のように、このような明確なイメージテーマは特別な面もあるが、いずれいろいろな地方でこのようなことが注目されるようなことになろう。

一方、都市部の高架橋を建設する場合のイメージテーマは、地域の境界が不明確なため、路線沿いの空間確保や街路開発と関連したテーマとなる場合が多く、地域全体を包括するテーマと若干ギャップがあるように思われる。

都市高架橋といえば、高架下の空間利用の点から、この部分の解放感をどのように取り入れることができるかがポイントとなる。また、高架橋梁の構造形式は桁橋が主流であり、構造形での景観的な配慮は上部工と下部工の剛構造を採用したり、道路面配置を上下2段にするなど限られたものしかできない。よって、おのずと都市高架橋梁の景観的配慮事項は、桁の造形や橋脚と桁の連続性、一体感が周辺といかに同調するかが重要な課題として着目されるし、細部での桁形状や橋脚形状等の造形が景観検討の大半を占めることとなる。

しかし、大都会と地方都市、はたまた中小市町村など、地域の大小はあれ、やはりテーマは作らなければならないし、無いと騒然たるアンバランスな建造物の陳列場所となる可能性も懸念される。だから、橋梁1つ架けるにしてもこんなテーマを考慮した計画を行いたいものである。



写真—3 青森大橋フォトモンタージュ

6. 橋梁構造での遊び心

道路や鉄道等の広幅員で荷重の大きな橋梁では、限られた造形上のアシストしかできないのも現実である。それに比べ、歩道橋などでは構造形式に限らずいろいろな造形的な遊びが可能となる。例えば、吊り床版橋等はその良い例で、道路橋としてはその適用に多くの問題を抱えるものの、歩道橋としては問題なく適用できる。勿論、橋台の水平抵抗等の問題からその使用場所は限定されることも事実である。景観的な面から言えば、構造的、造形的にある程度「遊び」ができる橋が歩道橋であろう。

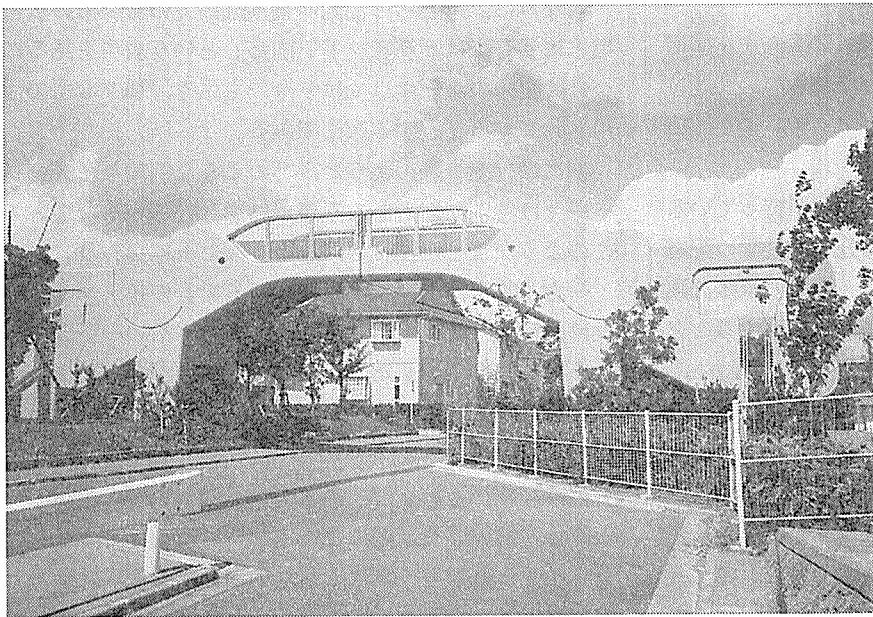


写真-4 はなはな橋

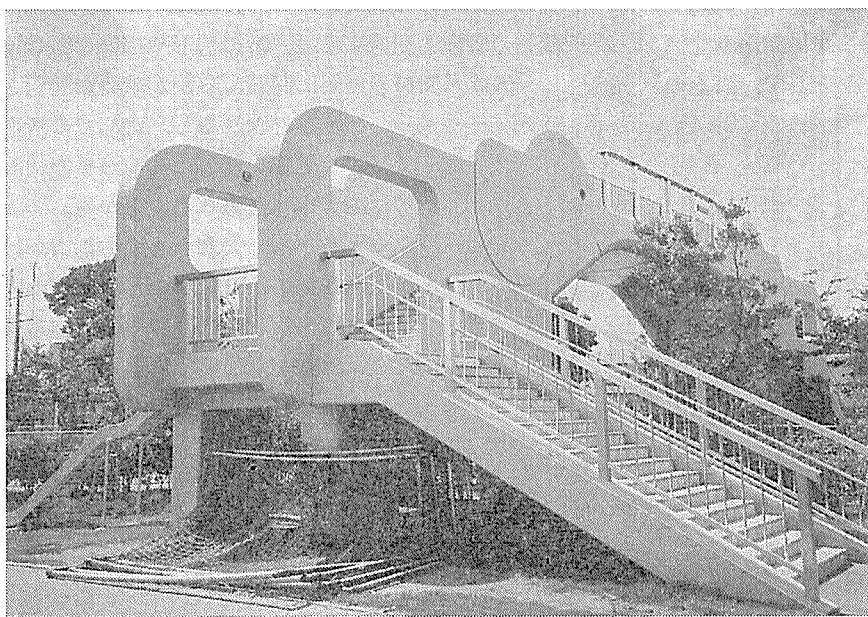


写真-5 はなはな橋

この歩道橋の計画で圧倒的に多く計画されるものは鋼橋である。しかも、鋼橋を選定する理由は横過する道路上の架設の問題からである。

コンクリート構造で景観面を考えた橋を架けようとするならば、特別な場合を除いて、その架設は支保工を必要とするから、架橋下の状況が多分に影響することになる。

一方、支保工施工を前提とした構造では造形上の有利さを発揮でき、種々の形式が可能となる。勿論、今はやりの斜張橋、ローゼ、アーチ、桁やスラブの構造でも遊べることができる。

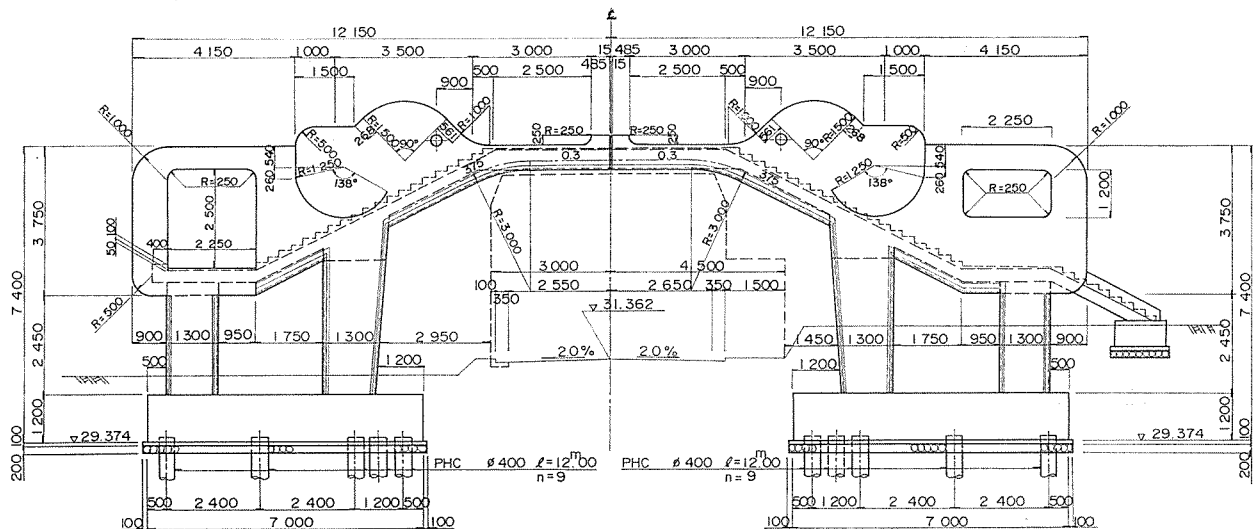
そこで、筆者の具体的な「造形上の遊び」の計画例として「はなはな橋」を紹介する(写真-4, 5, 図-5 参照)。この橋は、イベント広場を持つ公園と児童公園の間を結ぶ連絡歩道橋として、PC有ヒンジラーメン構造で計画した。また、この橋の主な利用者は子供達であり、親しみある動物として「ぞう」をその造形対象として取り上げた。

側面のコンクリート版の形状は、過度の装飾を施さず、最低限のスリットによる凹凸で処理し、外形的なデザインと塗装で処理しているため、経済性も通常の橋と大差無く計画できた。また、その利用形態を考慮して、各方向へのアクセス部に「すべり台」を取り付けたりして、階段だけでは味わえない利用の楽しさを演出した結果、広場のテーマとうまくマッチし、遊べる橋として利用されているようである。

ここに、紹介した橋は限られた制約の中で「遊び心」を取り入れた一例であるが、「橋を利用するときの遊び」と「計画、設計するときの遊び」がこれからの時代に必要な要素になることを考えなければならぬのかもしれない。

7. あとがき

橋の計画を行うとき、橋の美しさのみを追及した形式選定はありえない。それは、経済性に始まる様々な条件を総合的に判断して最



図—5 はなはな橋側面図

最終的に選定されるからである。

ここに述べてきた事項はその総合的な判断の一部である。景観的配慮と構造形式の持つ美観にふれるものであり、その「地形条件」に沿った「構造形式の必然性」を強調しつつ、いかにその形式が持つ美しさを発揮できるかを記したつもりである。

中でも考えなければならない留意点として、地域あるいは空間テーマとのマッチング、さらに構造的チャレンジや造形的遊び等の「遊び心」を取り入れることが挙げられる。これらのことは橋の建設に対するインセンティ

ブを喚起し、より豊かな心暖まる空間と地域の創造を可能とする。加えて、橋面の修景と合わせ、橋そのものの存在が周辺と違和感の無い風景となるような計画が進むことを期待してやまない。

参考文献

- 1) 篠原 修：新体系土木工学 59, 土木景観計画, 土木学会編
- 2) FRITZ LEONHARDT: BRÜCKEN, DVA
- 3) 高速道路の景観, 昭和 61 年, 財団法人高速道路調査会
- 4) 松村 博：橋梁景観の演出, 鹿島出版会

【1990 年 8 月 29 日受付】

◀刊行物案内▶

最近の PC 技術の動向と話題

(第 18 回 PC 技術講習会テキスト)

頒布価格：4500 円 (送料 450 円)

内 容：(1) 最近のプレストレストコンクリート構造物の発展について、(2) 保有水平耐力に基づいた PC 造建物の終局強度型耐震設計 (案) について、(3) PC 橋架設工法の変遷と特徴、(4) PC 構造物の補修・改築例、(5) 近頃話題の PC 構造物、(6) PC 橋の計画について—PC 道路橋計画マニュアル—