

非対称橋梁の形態特性とデザイン手法

CHARACTERISTICS OF FORM AND AESTHETIC DESIGN METHODS FOR NON-SYMMETRIC BRIDGES

阿部雅人* 山下葉** 篠原修***

By Masato ABE, Yoh YAMASHITA and Osamu SHINOHARA

The number of non-symmetric bridges has been increased recently due to the development of construction technology and severe site restrictions. But the aesthetics of non-symmetric bridges has not been greatly discussed. The authors aim to clarify the characteristics of non-symmetric bridge form from two view points; firstly by seeking and understanding of the psychological mechanism for perceiving forms, and secondly to look at the way bridges express the forces which resist gravity loads. It is shown that these two concepts can usefully explain the visual phenomena attached to non-symmetric bridges.

Some useful aesthetic design methods are also suggested.

1. まえがき

近年、橋梁技術が進歩し、また社会的な要因が厳しさを増す中で、道路線形計画上に占める橋梁配置の優先度が低下して来ている。そのため、従来より厳しい条件下で橋梁が架けられる場合がかなり増加しており、結果的に非対称な橋梁が多くなっている。最近十年間の日本橋梁建設協会の「橋梁年鑑」掲載の橋梁では、半数以上が非対称な橋梁となっている。

しかしながら、このような橋梁に対して、必ずしもその特性を十分に考慮したような景観設計がなされているとは言い難い。これまでの橋梁美学の思想を振り返ってみても、橋梁美の一要素として「対称性

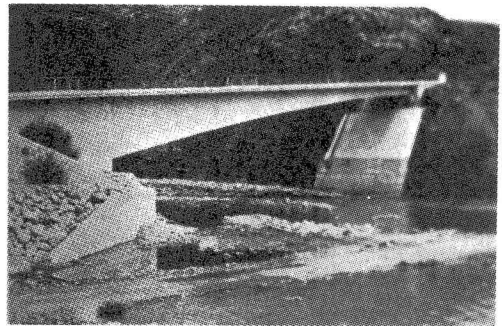


写真-1 レアロン橋³⁾

* 東京大学大学院修士課程 工学系研究科土木工学専攻 (〒113 東京都文京区本郷7-3-1)
 ** 東京大学工学部土木工学科助手 (同上)
 *** 工博 東京大学工学部土木工学科助教授 (同上)

を挙げるなど、対称橋梁を対象としており^{1)・2)}、非対称橋梁は、ケルンのゼフェリン橋やツォー橋³⁾、フランスのレアロン橋⁴⁾（写真1）が、例外的に非対称でも景観的に優れた例として挙げられるに留まっている。

そこで、本研究では非対称橋梁の形態に注目し、その特性を心理学的なモデル及び力学的バランスの考えを用いて体系的に明らかにすることを目的としている。さらに明らかにされた特性から導かれるデザイン手法を検討する⁵⁾。

2. 本研究の対象、及び構成

2-1 非対称橋梁の定義

形態に非対称性が認められる橋梁を非対称橋梁と呼ぶこととする。以下のようなものがある。

スパン割が非対称であるもの（写真2）

取付部分が非対称であるもの（写真3）

片勾配があるもの（写真3, 4）

桁下形状が非対称であるもの（写真5）

スキューであるもの（写真6）

なお、曲線橋は、高架道路の一部に用いられることが多く、一般の橋梁と一緒に扱うことが難しいため、非対称橋梁の範疇には含めないこととする。

2-2 本研究の対象となる景観的特性

橋梁の景観的な特性は、例えば意味（歴史やいわれ等）、空間（公園のような公共空間としての側面）、視覚（橋梁の形態に関わる側面）の三側面から捉えることができよう。中でも、視覚的側面からの検討は、橋梁を設計する際に直接デザインの対象となり得るし、形態自体が優れていることが他の側面の必要条件にもなると考えられ、これまでの橋梁美学の研究においてもその中核をなしている。そこで、本研究では、非対称橋梁の景観的特性を研究していく際の出発点として、視覚的な側面に着目している。

この視覚的な側面は、さらに二つに大分されよう。第一は、橋梁の形式や、部材の形というような橋梁自体の形態に関わるものである。第二は、一般に風景と橋梁の調和や構図と呼ばれるような側面である。即ち、視点との関係や風景全体を含めたときの橋梁の形でも言うべきものである。この第二点目は、

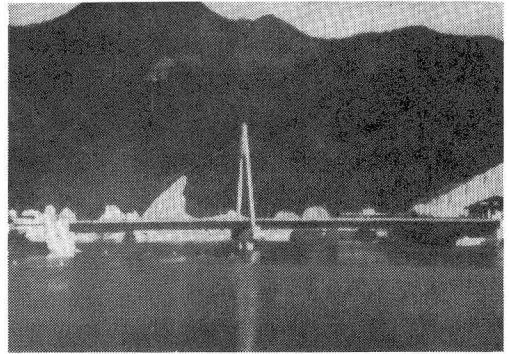


写真-2 永歳橋⁶⁾

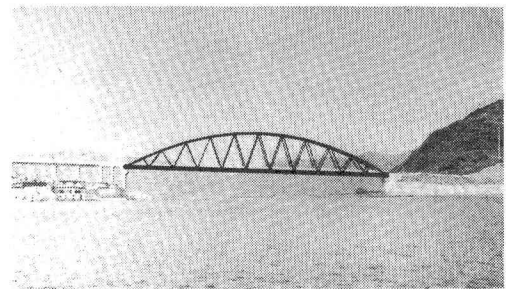


写真-3 戸岐大橋⁷⁾

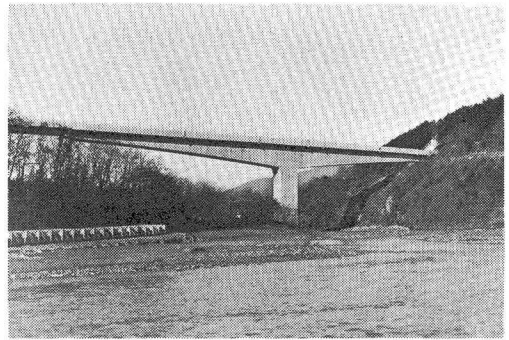


写真-4 吾妻川橋梁⁸⁾

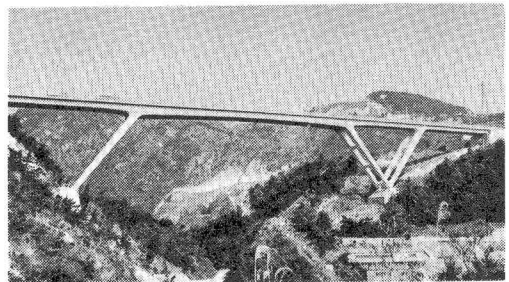


写真-5 丸山大橋⁹⁾

ゼフェリン橋やツォー橋の例からも伺えるように非対称の橋梁においても重要である。しかし、橋梁自体の形態が、風景との調和や構図を論じる際の前提になると考え、本研究では橋梁自体の形態特性に絞って検討を加える。

2-3 本論文の構成

本論文においては、非対称橋梁の形態を以下の二つの座標軸から捉えている。

第一に、橋梁には三角形や矩形のような幾何学図形のように純粹に形として把握される面がある。人間の知覚の方から考えると、この様に一つの図形として橋梁の形態を把握することにより、目測を誤って構造部材にぶつかったり、道路から外れて車を走らせたりすることを防いでいるのである。

第二に、橋梁は荷重を安全に支えるという働きを主目的として持っているため、その働きから形態が決定されていることが多い。従って、力の流れの表現として把握される面も大きいと考えられる。人間は、重力のはたらく空間の中で生きているため、この力の流れが明確でないときには不安感を覚える。

本論文では、前者を筆者らが考案した橋梁の形態把握モデルにより3章で、後者を重力とのバランスの概念により4章でそれぞれ考察し、5章で実例に基づいてデザイン上の留意点を挙げる。以上の内容を図で示すと、図1のようになる。

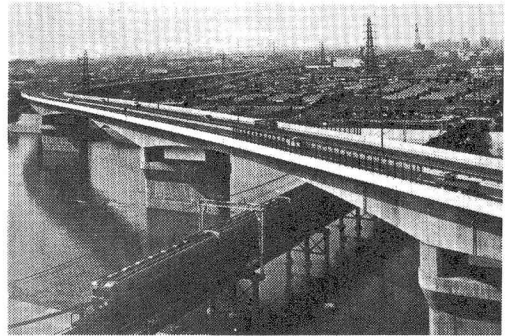


写真-6 新大和川大橋¹⁰⁾

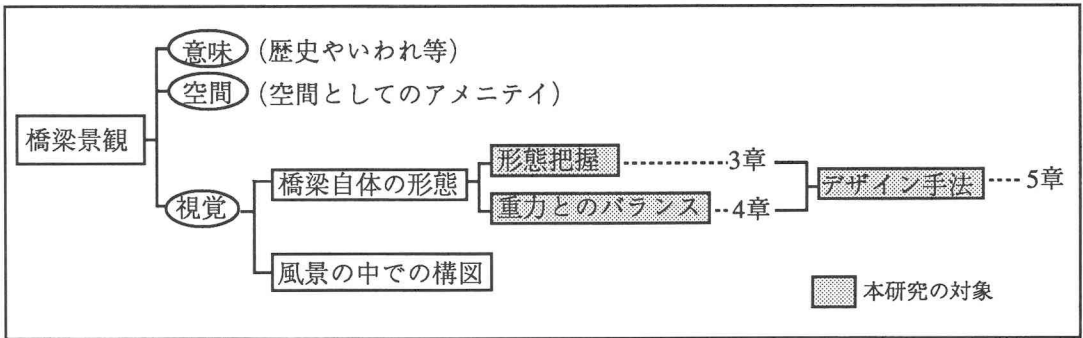


図-1 本研究の対象、構成

3. 橋梁の形態把握モデル

本モデルは、人間の視覚の機構を、橋梁において重要であろうと考えられる立体視のメカニズムを構築することを念頭においてモデル化したものである。このようなモデルを非対称橋梁に対して適用することの有用性は、本章後半にて論じられる。

3-1 基本仮定

本モデルは、以下に示す2つの基本的な仮定の上に成り立っている。

※第一の仮定：人間は現実の事物を必ずしもそのまま見ているわけではない。

例えば、図2のザンダーの錯視について考えてみる。b)は、a)と同じ二等辺三角形を含んでいるが、大きい平行四辺形中の辺の方が長く見える。これは、人間が平行四辺形を矩形

のゆがんだものと捉えており、平行四辺形を矩形に少し近付けて形態を把握しているためであると考えられる。即ち、c) のような矩形に近付けられて把握

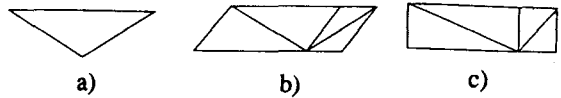


図-2 ザンダーの錯視

されていると思われる。また、図3のツェルナーの錯視は、人間が斜角を直角のゆがんだものと捉えるために、斜角を直角にやや近付けて把握するので、平行線が傾いて見ると考えられる。これらから、人間は、矩形や直角を「よい」形と捉えてそれに近付けて知覚する性向があることがわかる。これを「よい」形の法則と呼ぶ(補注1)。

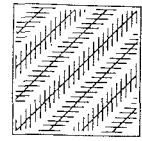


図-3 ツェルナーの錯視

※第二の仮定：これらの現象は必ずしも思考や経験に左右されない。

上述の錯視図形の正確な形を定規で示したところで、二等辺三角形や平行線に見えてきたりはしない。そのものの正確な形態を知っていたからといって正確な形態に見えるわけではない。このことより、ある種の「よい」形の法則は、ある場合に於て思考や経験より優先的に形態把握に影響すると考えられる。

以上の2つの仮定は、図4のように表現できる。即ち現実の事物に対して、人間の視知覚機構を通った後で把握される「見えの形」(I)が存在する。その視知覚機構は、網膜像に「よい」形の法則をあてはめることによって、迅速で効率的な形態把握をもたらそうとするのであり、このプロセスは思考や経験の介入以前に存在する。

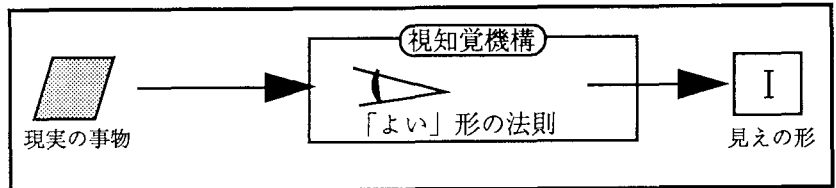


図-4 基本仮定

3-2 立体視の要因

橋梁は三次元の形態であるので、人間が現実の事物を三次元的な奥行きのあるものとしてその形態を把握する、という視覚現象が重要になる。この現象について、以下の二通りの説明を行うことができよう。

(a) 人間は、以下のような視覚的な手がかりの総合することによって、奥行きを知覚を得ている¹¹⁾。

- ・水晶体調節(目のレンズのピント合わせ—約2メートルまで)
- ・両眼輻輳(両眼への光線のなす角度—約20メートルまで)
- ・両眼視差(左右の網膜像の差異—約600メートルまで)
- ・視対象の見えの大きさによる判断(大きさが既知の場合)
- ・視対象の直線的遠近(パース効果)
- ・視対象の重なり(対象物同士の前関係)
- ・視対象の明瞭さ(空気遠近法:遠くの方が霞んで見える)
- ・陰による凹凸
- ・視対象の肌理の密度勾配(遠くの方が密度が濃くなる)
- ・視対象の相対運動(人が移動しているとき、近くのはそれに伴い動いて見えるが、遠方のは静止して見える)

上に列挙した手がかりは我々の思考や経験と合致し、これらを組み合わせることによって三次元的な形態が正確に把握されると考えられる。この様にして得られた人間の知覚上の形態を「実際の形」と呼ぶことにする。

(b) 立体視の過程においても、これらの思考や経験に基づく手がかりに加えて、前節で触れたような「よい」形の法則が、「見えの形」形成に寄与していると考えられる。例えば、図5はちょっと開いた本である。この例では、パースの効果によるのではなく、頁を平行四辺形より「よい」形である矩形として把握しようとするために立体感が生じているのである。このように、「よい」形の法則の適用によって得られた立体像を、立体視における「見えの形」と呼ぶこととする。

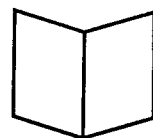


図-5
ちょっと開いた本

(a) に挙げた、手がかりの総合によって得られる「実際の形」は、手がかりの数を増やしていくにしたがって、現実の事物に限りなく近付けることができる性質のものであると考えられる。しかしながら、あらゆる対象に対してこのような多数の手がかりの総合がなければ立体視ができないとすれば、空間知覚の上でかなり非効率なことになる。それに対し、(b) 「見えの形」は、いわば網膜像を「よい」形の法則という一種の「鑄型」にはめ込むことによって、乱暴ながら迅速な形態把握をもたらす方法であると考えられる。このように「実際の形」と「見えの形」は、正確さと迅速さを人間に必要なレベルで同時に提供するために、相補的に働いていると考えられる。

3-3 立体視のメカニズム

3-1の基本仮定のもとに、3-2で挙げた二つの立場を統合し、三次元空間に於ける形態把握の現象を図6のようにモデル化した。これを「立体視のメカニズム」と呼ぶこととする。まず、人間が立体の形状を把握する際には、二つのプロセスがある。第一は、前節で列挙したような手がかりの組合せによって「実際の形」(R)を得るものである。第二は、物体の形状に直接「よい」形の法則を適用して「見えの形」(I)を得るものである。

前節でも述べたように「よい」形の法則は、現実的な形態把握をもたらすように働くと考えられるので、「実際の形」と「見えの形」が異なることは少ないが、これらが仮に異なったとしても、日常の空間では、十分に手がかりがあることが普通であるので、「実際の形」優位のうちに現実の事物のかなり正確な形状が得られることになる。一方、手がかりが非常に少ない空間や「よい」形の法則に非常に近い形態については、「見えの形」によって形態が把握される。この中間の場合には、「見えの形」と「実際の形」が拮抗するため、安定した形態把握が困難になる。そのため、形態がゆがんだりねじれたりして見えて、違和感を生じる。この違和感を生じる現象を「錯視」と呼ぶこととする。

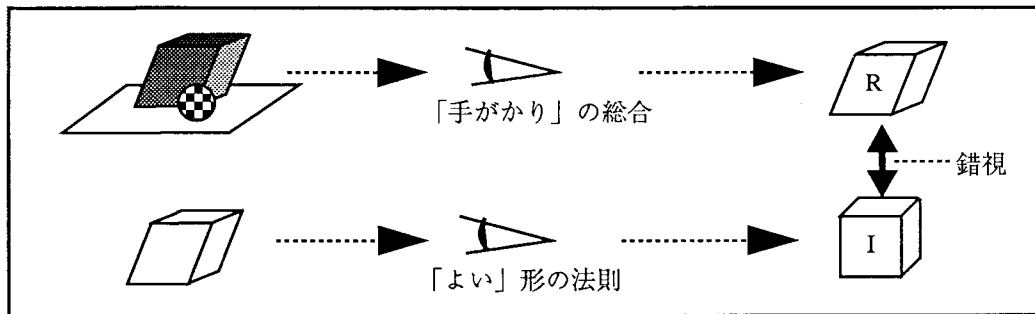


図-6 立体視のメカニズム

三次元空間に於ける形態把握現象を以上のようにモデル化した上で、「見えの形」(I)の形成に影響する「よい」形の法則を明らかにすることにより、このメカニズムを具体的な形態把握に適用し、その現象を有効に解析できると考えられる。

3-4 橋梁における「よい」形の法則

橋梁は、工学的な構造物であり、直角や対称性が全体の形状や部材の形状に成立することが多いので、以下の「よい」形の法則を設定する。

①直角は「よい」角である。

鋭角は過大評価され、鈍角は過小評価される。例えば、ツェルナーの錯視(図3)から導かれる。

②対称は「よい」形である。

非対称な形態は対称な形態がゆがんだものと把握されやすく、対称な形態に近付けて把握されやすい。例えば、メッガーによれば¹²⁾、困難な状況下で形態の識別実験を行うと、ほとんどの人はその形態を左右対称であるようにみるという。

③交差点は直交するのが「よい」方向である。

①が日常空間の水平面内で成立するということである。例えば、我々が頭の中で道順を考えたり案内図を書いたりするときには、どの様な交差点でも直交するように書くのが普通である。橋梁は、都市空間の軸である河川や道路が交差する位置に設けられることが多い。

④水平、あるいは鉛直は「よい」方向である。

水平や鉛直の方向にきわめて近い角度は、水平や鉛直そのものであるように感じられ、また、一般の角も水平や鉛直に近付けて把握されやすい、ということである(補注2)。日常の空間では、角度を目測する基準は水平と鉛直であるので、その場で④が成立するとすれば、それは水平や鉛直という方向が「よい」方向であることを意味する。

3-5 橋梁の形態把握モデル

以上述べてきたように、図6の立体視のメカニズムに3-4で挙げた「よい」形の法則を導入して実際の橋梁の形態把握現象を説明するものを、「橋梁の形態把握モデル」と呼ぶことにする。ここでは、「橋梁の」と限定しているが、その導き方から伺えるように、このモデルの構成は、三次元空間に存在する幾何学的な形状をしている人工物に対してならば、十分に適用可能であると考えられる。

3-6 非対称橋梁への適用の有用性

橋梁の形態把握モデルを用いて、実際の橋梁に生じている現象を考察するが、ここで本モデルが特に非対称橋梁に対し有用である理由に触れておく。

非対称橋梁は、実際には対称橋梁を基本とし、それを架設地の条件に合わせて少しだけ傾けたりゆがませたりしてデザインされることが多い。従って、全体の形や部材の形、河川や道路との位置関係などが、少しだけ対称からずれたり、少しだけ直角からずれたりしていることが普通である。「立体視のメカニズム」で述べたように、少しだけ「よい」形からずれたような形態は、「よい」形の法則による「見えの形」に引き込まれて把握されやすい。即ち、非対称橋梁では「見えの形」によって形態を把握しようとする傾向が強い。反面、実際の橋梁には、「実際の形」を表わす手がかりが数多くあるのが普通であるから、「見えの形」と「実際の形」が拮抗しやすい条件を非対称橋梁は有している。その結果、ゆがんで見えたりねじれて見えたりする錯視が生じやすいと考えられる。従って、本研究で構築したモデルによってその形態を論じることが有用になる。

以下に、具体的な例にモデルを適用して、非対称橋梁の形態特性を論じる。

最初に写真7の斜橋のトラス橋について考えてみる。「よい」形の法則①より部材の重なり方が直橋であるように近付けられ、また、「よい」形の法則③により川と橋が直交に近付けられるので、全体として直橋に近付けられた「見えの形」が得られる。ところが、ここでは門構の形状が「実際の形」の手がかりになっており、ゆがんだ感じをもたらしている。橋梁の中間部においては、「見えの形」優位のスキュー角錯誤のうちに、安定した形態把握が得られている。

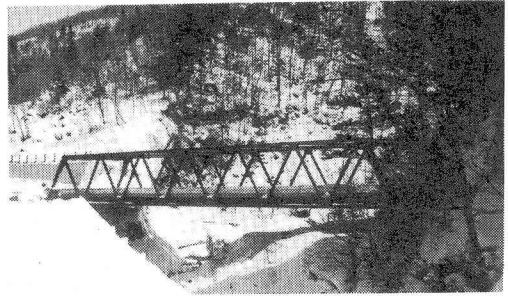


写真-7 天狗橋¹³⁾

次に写真8の斜橋の連続桁橋について考えてみる。「よい」形の法則①より、橋脚と桁の接点は直交に近付けられた「見えの形」が形成される。反面、橋脚の橋座部が大きく張り出していること、そして、円柱から橋座部への移り変わりが平面で切った斜面になっていることが、橋脚が橋軸直角方向と大きくずれているという「実際の形」を示す手がかりになっており、ねじれた感じを招いている。また、この橋は川に対してスキューに架かっており、「よい」形の法則③により、橋と川のスキュー角を大きめに見積った「見えの形」が生じるため、このねじれた感じをより強める結果になっていると考えられる。

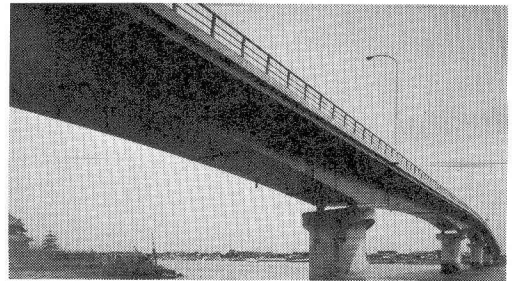


写真-8 川副大橋¹⁴⁾

この様に、本モデルによって、非対称橋梁における錯視をうまく説明できることがわかる。5章で、デザイン手法を交えて検討する。

4. 重力とのバランス

ここでいう「重力とのバランス」とは、力の流れの表現、あるいは安全に荷重を支える感じ、といったことである。たとえその橋梁が安全であることが数式で示せたとしても、傾いていたり、部材が細すぎるように見えた場合は、やはり不安に感じるものである。最初に対称橋梁を考えると、その側面景は左右対称であるため、左右のバランスが取れているのが普通である。それに対して、非対称な橋梁は、一般に左右非対称であるわけであるから、どちらかに偏った方向性が生まれ、重力とのバランスが不明確になりがちで、不安感を招くことも多い。そのため、非対称橋梁では、特にバランスの表現について気を配る必要がある。

また、このバランスに対する感覚は、人間の経験や知識の影響が大きいと考えられ、技術の進歩によってもかなり大きく変化すると思われる。

以下に例を挙げて解説する。写真9の斜張橋は、

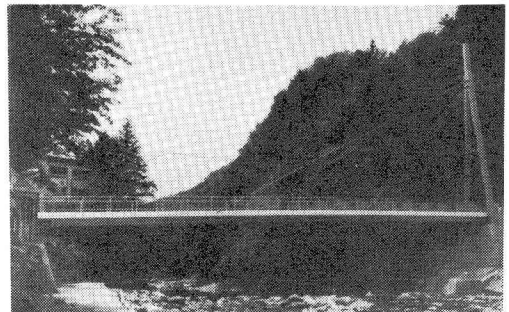


写真-9 あげぼの橋¹⁵⁾

タワーの方から対岸に低くなって行く片勾配があり、部材が細いこともあって、不安定な感じがする。対岸の低い方にタワーがあった方が、ケーブルで桁を上げている感じになり、バランスの表現としては明解であろう。斜張橋や吊橋といった吊形式の橋梁に片勾配があるときには、力の流れが不明確になりがちで、バランスの表現が難しい場合が多いようである。

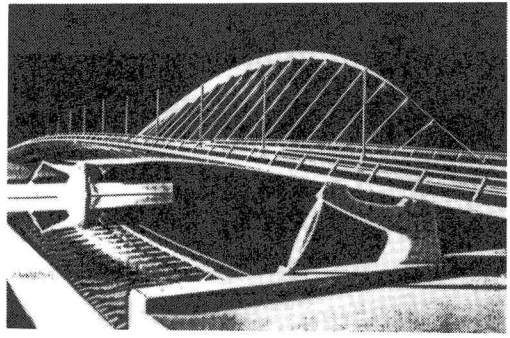


写真-10 カラトラバのアイデア¹⁶⁾

フランスのレアロン橋(写真1)では、片勾配があるので、低い方を重く、高い方を軽くして、カンチレバーで持ち上げている感じのバランスの表現になっている。同じ条件でも、バランスの表現は幾通りも考えられ、デザインの上で自由度が大きい。写真10はスペインのS. カラトラバのアイデアである。この例では、橋軸周りに大胆なバランスの表現を行っている。この様に、非対称橋梁では重力とのバランスを工夫することによって、不安定感をなくすだけでなく、ダイナミックな表現も可能となるという特性を有している。

5. デザイン手法

3, 4で明らかにした非対称橋梁の特性を考慮したデザイン手法を、事例中心に検討する。

5-1 概要

ねじれやゆがみ感を与える錯視は、「見えの形」と「実際の形」が拮抗するところに生じるわけであるから、拮抗を防げばよいことになる。それには、

(a) 「実際の形」を示す手がかりを減らすことにより、「見えの形」優位のうちに安定した形態把握を得る方法

(b) 「実際の形」を示す手がかりを強化することによって、正確な形態が把握されるようにする方法の二通りが考えられる。

(a)を「錯視をぼかす」手法、(b)を「錯視を防ぐ」手法と呼ぶ。

バランスの表現は多様であり、手法を一様に述べることは出来ないが、「力の流れのイメージを明確に表現する」ということがポイントになる。

5-2 事例

<スキュー(補注3)に架かる斜張橋>

大和川橋梁(写真11)の様な斜橋では、橋脚と桁の接点、桁とタワーの接点は「よい」形の法則①によって直角に近付けられて把握されるため、「実際の形」と矛盾を生じ、ねじれた感じになりやすい。本橋では、橋脚と桁の接点では、桁を円盤が支える形にしていることにより橋脚の方向を示す手がかりを少なくして、「錯視をぼかす」手法をとっている。斜張橋ではないが、新大和川大橋(写真6)では橋



写真-11 大和川橋梁¹⁷⁾

脚が壁型であることに加え、橋脚の上に小さな直方体が載っており、方向を示す手がかりになっていて、かなりねじれた感じを強める結果になっている。

大和川橋梁に戻ると、「よい」形の法則③から考えられるように、交差する河川や道路との交角が直交に近付けられた「見えの形」が形成される。このことは、上で述べたねじれた感じをさらに強める方向に働く。また、タワーと橋脚は通常同じ位置にあり連続感が強いので、斜橋では捻れた感じになる。

東名足柄橋（写真12）は、スキューであるが直橋である。この場合は、「見えの形」は、正確な形を形成する方にはたらく。正確な形の形成に反するのは、「よい」形の法則③の交差の直交化だけである。そのため、橋が斜めに架かっているという論理的には当然のことが、知覚的にも違和感無しに捉えられる。この例では、2本柱のタワーを用いており、また橋脚との連続性を強調しているので、部材の直交や橋梁形態の橋軸方向の対称性によって「よい」形の法則③の効果に完全に打ち勝っている。「錯視を防ぐ」手法であるといえる。

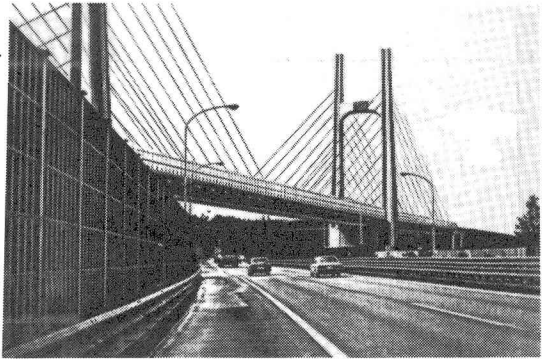


写真-12 東名足柄橋¹⁸⁾

<片勾配のある桁橋>

例として月夜野大橋（写真-13）を挙げる。補注2で述べたように、人間の上下差に関する感覚は鋭いので、この場合は桁のラインのなす勾配の方向が印象深いものになる。対称スパン割（図7a）のときには、対称な形態として把握しようとする傾向が「よい」形の法則②より当然生じ得るのだが、この勾配のラインの強さと拮抗して、どちらかといえばスパン割ががたついているような印象になる。図7b）のような等スパン割や、同図c）のような片勾配にしたがうグラデーションがかかったスパン割の方が片勾配による方向性と対称性との拮抗がなくなって、煩わしさがなくなる。本橋では、実は中央の2スパンがやや大きい、その大きさの違いがさほどでないために、片勾配の存在によって等スパンのように知覚されがちになる。

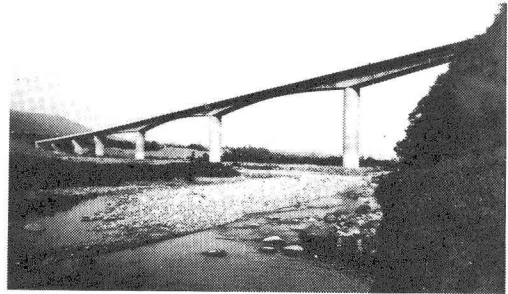


写真-13 月夜野大橋¹⁹⁾

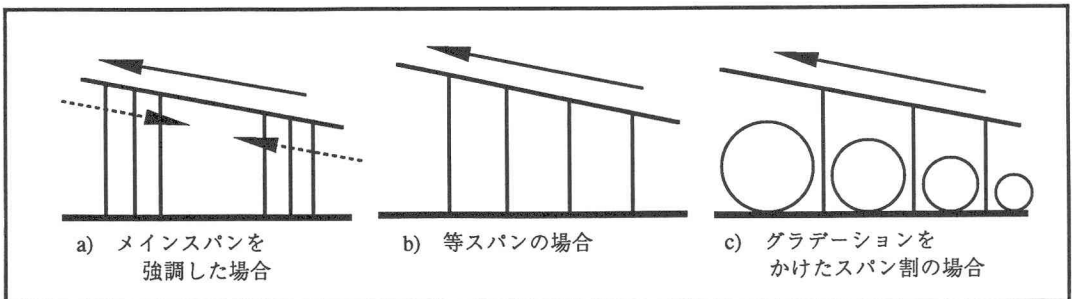


図-7 片勾配のある連続桁橋

<片勾配のあるアーチ橋>

写真14のアーチ橋は対称な橋梁をゆがませた形をしており、「よい」形の法則②の効果によって対称に近付けた「見えの形」を形成する。その際に、支柱は鉛直であるので、対称に近付ける性向と矛盾して、ゆがんだ感じになる。また、アーチという形態は、その形態自体が一種の手がかりとなって、直線の桁よりも正確な形態や位置関係が把握しやすいので、桁ほどは「見えの形」が水平に近付けて把握されない。そのため、さらにゆがんだ感じを強めている。

この問題に対して、堀切避難橋(写真15)では傾斜した支柱を用いており、「実際の形」を示す手がかりを弱めて「錯視をぼかす」ことによってゆがんだ感じを防いでいる。

瀬戸橋(写真16)を見ると、アーチのラインを強調するとともに、鉛直方向の支柱を強調して、正確な形態が把握しやすくなっており、「錯視を防ぐ」手法となっている。

次にバランスを考える。写真14のような場合には、アーチによる力の伝達が明確でなくなる。例えば、アーチの支承を結ぶラインが水平である方が力の流れの表現としては明解であろう。堀切避難橋では、アーチ形の剛体のようなものを「置いた」感じのバランスの表現になっている。瀬戸橋では、アーチが道路を吊っているというバランスの表現を強調した形になっている。また、虹のかけ橋(写真17)では、片勾配を生かして、低い方をアーチで上から吊り、高い方を下から支えるという表現になっている。

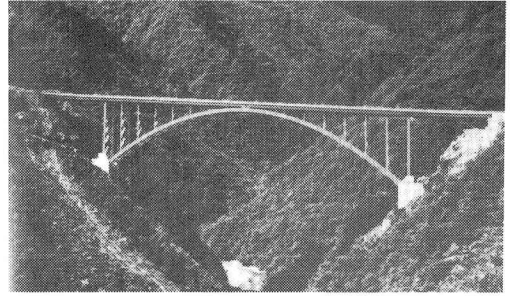


写真-14 豆焼橋²⁰⁾

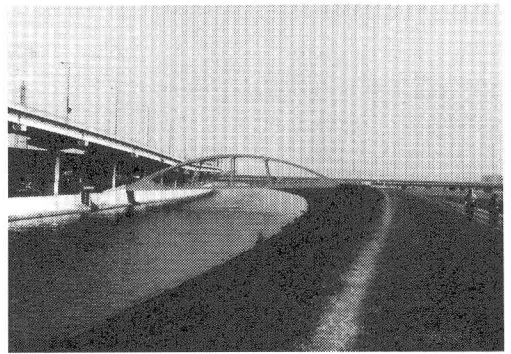


写真-15 堀切避難橋²¹⁾

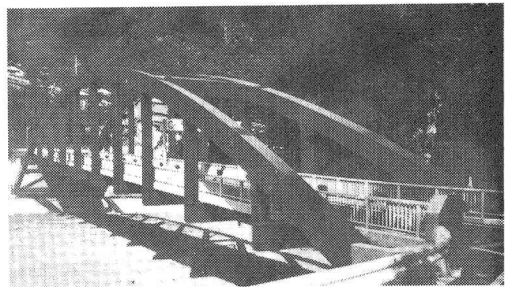


写真-16 瀬戸橋²²⁾



写真-17 虹のかけ橋²³⁾

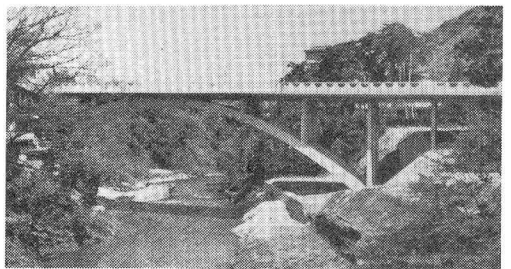


写真-18 白鷺大橋²⁴⁾

<谷間に架かる上路アーチ橋>

写真18の白鷺大橋は、半分が木で隠れているが対称なアーチ橋である。この様に、図8のように隠されたアーチ橋を見たときには、図8 a)の様に「見えの形」が生じる。b)の様に、形態を把握する人は殆どいない。写真19の丹沢橋梁はアーチの形状が図8 b)のようになっている。しかし、この橋梁は周りに木が十分に生えそれば、白鷺大橋のようになり、見る人はあたかも対称のアーチであるかのような「見えの形」を形成するのである。木によって「実際の形」を示す手がかりが少ないために、「よい」形の法則②によって生じる対称な「見えの形」を生かした「錯視をぼかす」手法の例になっている。

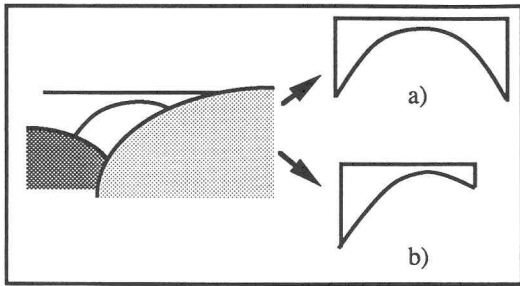


図-8 隠された部分の形は？



写真-19 丹沢橋梁²⁵⁾

<非対称な谷間に架かる方杖橋>

この事例は、厳密には本論文の対象を越えるものをもっているが（風景と橋梁の構図の要素を含んでいる）、「よい」形の法則②の拡張とも考えられるので、ここに挙げる。

写真5の丸山大橋²⁶⁾は、東にゆるく西に切り立ち、橋中央よりもやや西に偏った谷との調和を考え、片側Vレグ、片側方杖の非対称な形態をとっている。また、対称性に非常に気を配っている。西に切り立った谷と方杖のなす角度は、Vレグのなす角度とほぼ等しいし、スパン割も等しくなっている。その結果谷の中央とメインスパンの中央も近くなって、非対称な谷と非対称な橋梁の組合せが対称な景観を形作っている。これは、「よい」形の法則②を利用して、印象深い景観をつくらうとした例であるといえよう。

6. 結論

本研究の結論として、以下のことが明らかになった。

- ・非対称橋梁の形態的な特性を橋梁形態の把握モデル、並びに重力とのバランスの概念によって整理した。
- ・非対称橋梁に典型的なゆがんで見える、ねじれた感じがするといった錯視の問題は、人間の知覚方法をモデル化した「橋梁の形態把握モデル」によって、体系的に論じることが出来る。
- ・橋梁の形態把握モデル、及び重力のバランスの概念によって非対称橋梁のデザイン手法を導くことができる。

7. 今後の課題

- ・本研究においては、非対称橋梁の形態に関わる現象の検討がなされたわけであるが、次のステップとしては、視点との関係を含めて橋梁の構図論にまで広げた研究を進める必要がある。
- ・橋梁の形態把握モデルの「よい」形の法則のスケールとの関係は、景観設計における模型を用いた検討などに直接応用できるので、体系的にまとめる必要があると思われる。
- ・橋梁の形態把握モデル、とくに立体視のメカニズムをさらに発展させることにより、立体感を表現しようとしているパースやコンピュータ・グラフィクスなどの抱える問題点を明らかにし、体系的に取り扱

えるように出来る可能性がある。

謝辞

東京大学橋梁研究室の伊藤學教授には、日頃より研究全般についてご指導を賜っている。藤野陽三教授よりは、本研究をすすめるにあたり度々有益なご助言を頂いた。また、大学院生のアラン・バーデン氏からは、貴重な写真を提供して頂いた。ここに記して謝意を表します。

<補注1>

ここでいう「よい」形の法則は、ゲシュタルト心理学でいう「よい」形の法則あるいはプレグナンツの法則²⁷⁾とは等価でない。本論文では、「よい」形とはその形に近付けて知覚する傾向の生じる形、として定義され、それ以上の意味は持たない。また、この場合の「よい」は善悪について述べたものではない。

<補注2>

日常の空間では常に重力が働くため、人間の知覚には水平方向と鉛直方向で異方性があり、上下の差については敏感である。例えば、図9のオッペルの錯視（水平の直線と鉛直の直線の長さは、実際は等しい）を見てみるとこのことがよくわかる。このことは、③、④に於ける知覚の感度と関係がある。例えば、交角85度で交差する橋と川は殆ど直交しているように感じられるが、片勾配5パーセント（約3度）の橋は、側面からみてもかなり傾いているように見えるであろう。



図-9
オッペルの錯視

但し、①から④の「よい」形の法則は、定性的な傾向をいうものであり、どの程度「よい」形に近付ける効果があるのかという定量的な評価については、現在のところ明らかになっていない。水平方向と鉛直方向の知覚の差についても、定量的に示すには至っていない。

また、模型で景観の検討をするとき、片勾配2パーセントといっても模型ではたいしたことはないが、実橋になってみるとかなり傾いた感じになる。実橋でも、100と200メートル、そして1000メートルとでは、同じ勾配でもかなり異なった印象になると考えられる。この様に、スケールによっても知覚の差が大きいと思われるが、これらについても現状では定量的に評価するに至っていない。

<補注3>

構造的には橋梁は直橋と斜橋に分けられる。しかし、視覚的な特性を論じるときには、この分類の仕方では不十分である。例えば、河川や道路に斜めに架かっている直橋は、直交している直橋と分けて考える必要がある。そこで、図のようにスキューに関わる用語を定義する。この定義により、スキューに架かる直橋とか直交する斜橋といった表現が可能になる。

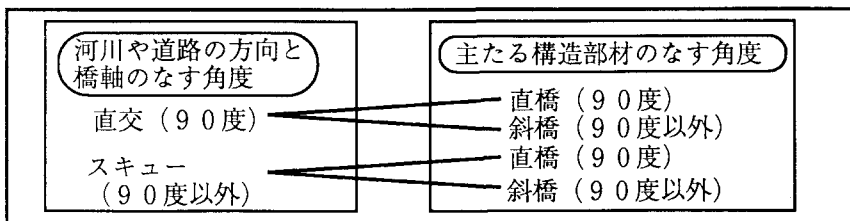


図-10 スキューの定義

参考文献

- (1)加藤誠平：橋梁美学、山海堂、1936年
- (2)土木学会：美しい橋のデザインマニュアル、1982年
- (3)関淳：橋と塔－橋をめぐる景観－、道路、No.460、pp.59-63、日本道路協会、1979年6月
- (4)関淳：フランスのおしゃれな橋、橋梁と基礎、Vol.4, No.12、pp.21-25、建設図書、1970年12月
- (5)阿部、山下、伊藤：非対称橋梁の景観的特性、土木学会第45回年次学術講演会講演概要集
I-151 pp332-333、1990年9月
- (6)日本橋梁建設協会：橋梁年鑑 昭和54年版、p.46、1979年
- (7)日本橋梁建設協会：橋梁年鑑 昭和56年版、p.77、1981年
- (8)土木学会：橋（1978-1979）、pp.2-5、1979年
- (9)土木学会：橋（1970-1971）、pp.48-49、1971年
- (10)土木学会：橋（1969-1970）、pp.22-29、1970年
- (11)篠原修：新体系土木工学 土木景観計画、pp108-109、技報堂、1982年
- (12)W. メッツガー（盛永四郎訳）：視覚の法則、pp.154-157、岩波書店、1968年
- (13)日本橋梁建設協会：橋梁年鑑 昭和61年版、p.84、1986年
- (14)日本橋梁建設協会：橋梁年鑑 昭和60年版、p.40、1985年
- (15)日本橋梁建設協会：橋梁年鑑 昭和59年版、p.131、1984年
- (16)W. Blaser: Santiago Calatrava, pp.156-163, Birkhauser 1989
- (17)土木学会：橋（1982-1983）、pp.12-17、1983年
- (18)木村、金井、太田、富田、貞光：東名高速道路東名足柄橋の施工、橋梁と基礎、Vol.24, No.9、
pp.2-9、建設図書、1990年9月
- (19)土木学会：橋（1982-1983）、pp.6-9 1983年
- (20)日本橋梁建設協会：橋梁年鑑 昭和59年版、p.89、1984年
- (21)日本橋梁建設協会：橋梁年鑑 昭和57年版、p.89、1982年
- (22)日本橋梁建設協会：橋梁年鑑 昭和63年版、p.220、1988年
- (23)土木学会：橋（1984-1985）、pp.2-5、1985年
- (24)保田、加賀、山野：白鷺大橋の架設、橋梁と基礎、Vol.19, No.1、pp.13-29、建設図書、1985年1月
- (25)土木学会：橋（1970-1971）、pp.70-71、1971年
- (26)神生、田原、柏尾、成岡：Vレックをもつ丸山大橋、橋梁と基礎、Vol.4, No.5、pp.23-29、
建設図書、1970年5月
- (27)G. カニッツァ（野口薫監訳）：視覚の文法 pp.49-51、サイエンス社 1985年

（1990年10月12日受付）