

# 土木構造物の技術美

山 本 宏\*

## 1. はじめに

土木技術は太古より改良発展され、土木技術者は数限りない構造物をつくってきた。土木構造物には、それがつくられる目的によって各種各様の種類や形式があるが形あるものをつくる以上、でき上がったものは、それを見る人びとに快感を与えるものでありたい。とすれば、土木構造物の造形は、どのような見方がされるのであろうか。

かつて筆者は土木構造物と女性を対応させたことがあった<sup>1)</sup>。すなわち、女性は健康でなければ人間としての価値を発揮できないのと同じように、構造物には機械的効率（構造強度）が満たされなければ存在価値がない。土木工学の大きな部分が、この点に向けられているのもこのためである。しかし、そのほかに才能・容姿からにじみ出る雰囲気もあって、これらが混然一体となって人間味あふれる女性が生まれるように、構造物には構造強度のほかに実用的機能や精神的効率の問題があって、これらが有機的に結びついて構造物という存在がある。土木構造物が常に人びとの眼前にあり、人びとが利用するものである以上、すでにだれもが了解しているように、安全で経済的、かつ利用しやすく外観がよくて、人びとに快感を与えるものでありたいと書いた。

このような土木構造物を、われわれは造形的にどのように考えてきたのであろうか。ここでは、このような観点から土木技術の表現方法を見直してみたい。実例として橋梁を取り上げるが、同様なことは程度の差はあれ、他の土木構造物についても考えられることである。

## 2. 技術と美

人びとが土木構造物を見るときには、一般に全体としての形と安定感からくる感じによって批判し、普通「外観がよい」とか「美しい」という言葉で表現される。この場合の外観とか美というのは一体何なのであろうか。

従来、いわゆる美学（Ästhetik）が対象としてきたものは「芸術美，Kunstschöne」であり「自然美，Natur-

schöne」であって、そこで考えられる美とは自己目的的な内包的価値であり、ある物に美的価値を認めるときはそれ自身に内在する固有の意義によって評価する。

それに対して、技術は本来、有用性あるいは機能的合目的性を追求し実現しようとするものであって、その価値において美とは全く異質のものである。いわば外在的な目的を達成するための手段として有用な結果を得るところに成立するもので、「美」と「技術」は互いにあい入れないものと考えられてきた<sup>2)</sup>。

しかし、技術の作品が身のまわりに多くを占めるようになって、かつては対立するものであったはずの技術と美の関係が変調した。美意識そのものが、巨大な技術の産物に目をみはり、環境を積極的に変えようとする合目的機械的形成の中に新しい美を見いだすようになり、芸術美・自然美に加えて、ここに技術美（technische Schönheit）が認識されるようになったのである。このような技術の所産のもつ魅力、美——技術美をどのように解釈すればよいのであろうか。

## 3. 土木構造物の造形要素と技術美

およそ技術の所産は「何のためにつくるのか」という目的に従って、一定の機能を発揮することに存在意義がある。このことを離れては技術の形成物の存在価値はない。これと関連して、土木構造物が人びとの心に働きかけるとすれば、基本的に次のことが必要であろう。

① 形式美：土木構造物は機能の目的にかなった形式（合目的的形式）をとらねばならないが、その際、好ましく整った形にまとめられるのが望ましい。

② 機能美：同時に、力学的検討が十分に加えられて機能の力動性が直接感知されるように形態化されることが肝要である。

③ 自然美との関係：さらに生活空間を構成する存在として、自然や周囲の環境と調和していなくてはならない。

これら是有機的に統一されて人びとを引きつけ、全体として技術美を構成する。技術的な立場からいえば、技術の所産は機能的合目的性を対象とする。これは美的価値ではなく効用価値である。それが機能の形態化を契機

\* 正会員 工博 九州工業大学助教授 開発土木工学科

として非美的なものから美的なものへと転化されるのである<sup>2)</sup>。したがって、これはもはや芸術美や自然美という概念では説明できない。技術の所産は純粋に美的な芸術品ではなく実用品である。芸術家の作品も人工物ではあるが、技術者の作品のように使用目的に拘束されぬ限り、美的価値と効用価値の関係は問題にならない。

以下に、このことについての考察を行う。

#### 4. 形式美<sup>2)</sup>~<sup>5)</sup>

土木構造物は多種多様であるが、基本的には機能を果たすのに最適の形式が選ばれる。例えば、橋梁は通路としての機能を果たすべく水平に架設される。勾配がつくこともあるが通行の支障にならない程度である。太鼓橋のような大きな勾配をもつ橋は、特殊な目的以外には好ましくない。このような機能目的に合った形式は、それ自身が好ましく整った姿にまとめられるのが望ましい。この面で留意すべき点をあげると次のようになる。

土木構造物は立体であり、三次元の広がりをもつ。古来、ゴールドセクション等のプロポーシヨンの規定があり<sup>3)</sup>、縦と横の寸法が程よくつり合うところに均整の美があるとされている。これは構造物の寸法、大きさの相互関係を決定するのに参考となる。

しかし、全体的にみたとき、構造物はある次元に強調されることがある。例えば、橋梁は水平方向の次元が著しく強調される。水平方向の過度の延長は、力学的にこれを安全に支持することが困難となるばかりか、プロポーシヨンの法則に違反し、美的比例法則に対する侵犯の危険性をはらむのである。

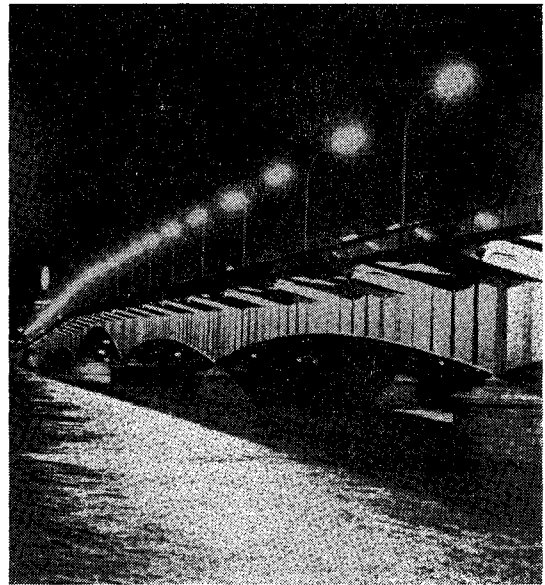
第一の問題は、材料学、力学、構造様式などの点で、古くから検討されてきた構造強度の問題である。この点については、ここに述べる必要はあるまい。むしろ、第二のプロポーシヨンの法則に反しがちな構造物を、どう処理して形式的に整えるかについて考えることとする。これは、次の2つの面からとらえられる。

① プロポーシヨンの法則への侵害を制御し緩和することによって、形式美の破綻をふせぐこと。

② 他の点で美的法則に適合した形式を施すことによって、見る人に満足を与えること。

##### (1) プロポーシヨン

それぞれの構造で考えられねばならないが、具体例として橋梁を取り上げる。水平方向の次元が強調される橋梁のプロポーシヨンの破綻を救うのは、垂直な構造要素である。吊橋は垂直な塔をもち、ハンガーロープが垂下する。橋脚や橋面照明の灯柱も垂直である。垂直線は地球の引力の方向を直観化するものであるから、水平線よ



(世界の橋、による)

写真-1 垂直線の影響

り強く印象づけられ、橋長よりはるかに短い垂直線で縦横のつり合いを緩和する。ただし、プレートガーダーの垂直補剛材は間隔がせまく数が多いと橋の側面をややこしくし、橋梁自体を直観的にとらえにくくする。過度の垂直線はかえって有害となる場合がある(写真-1)。

台形下路平行弦トラスを数連つらねる場合には、上弦材の水平線が分断されて水平方向の延長を抑止する効果がある。もっとも新幹線トラス橋のように上弦材を連続させて流れるような水平線のみせ、車両に合わせて橋梁にもスピード感をもたせることもある。この場合には、斜材、垂直材がプロポーシヨンの破綻をふせぐ。

橋長が長くなると水平線が長くなって、中央部がたるんで見えるという錯覚が加わる。この場合にはキャンパーが役に立つ。一方、水平性の制御のほかに部分相互の寸法比も問題である。径間比、吊橋では垂距比、アーチ橋ではライズと径間長の比、トラス橋の高さと径間長の比、さらには橋長と灯柱の高さの割合などである。

これらは力学的要求との関係をもつが、プロポーシヨンの美をかちとって形式美を高めるための、積極的な要因でもある。

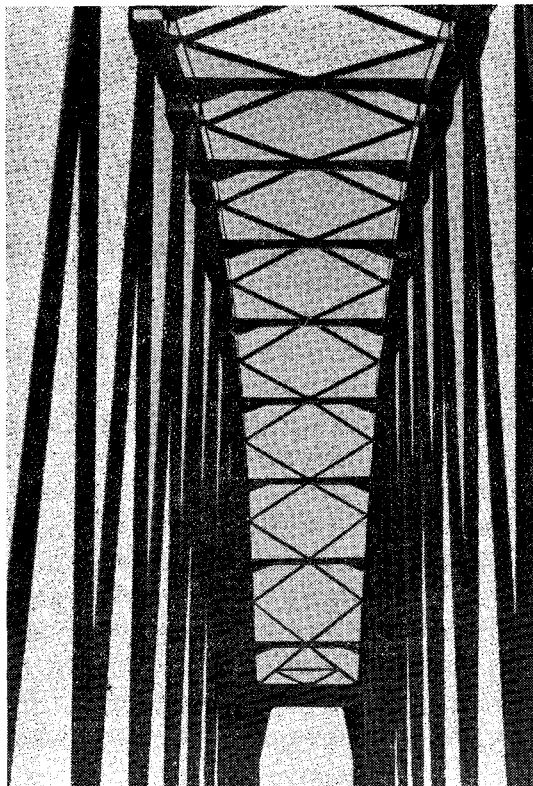
##### (2) シンメトリー

構造物は普通シンメトリーにつくられる。力学的均衡をうるための工学的要求であるが、美学的にも基本的美的表現の原理である。シンメトリーの印象は直観的にきわめて鮮明で、プロポーシヨナリティーに欠けるものであっても、これによって美的要求を満足させることができる。

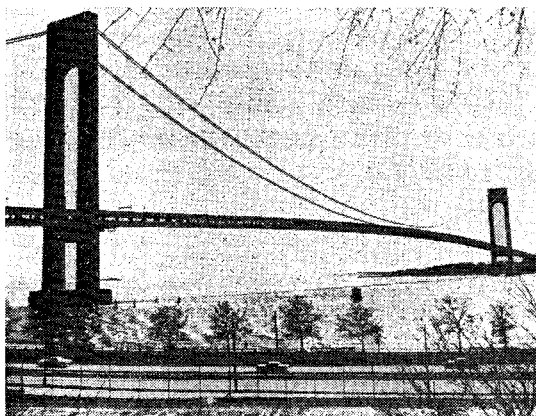
### (3) 線と面の調和

構造物は直線、曲線、面で構成されるので、その組合せが重要である。太さや広がりをもって相互に調和を保ちながら全体を構成している(写真-2)。

吊橋のメインケーブルはカタナリーの形をとるが、写真-3 にみられるように、曲線と直線が見事に調和している。アーチの曲線も美しい。アーチの形状として放物線や円弧は妥当であるが、半楕円アーチは両端で急に屈



(三菱重工, No. 12 による)  
写真-2 線の組合せ



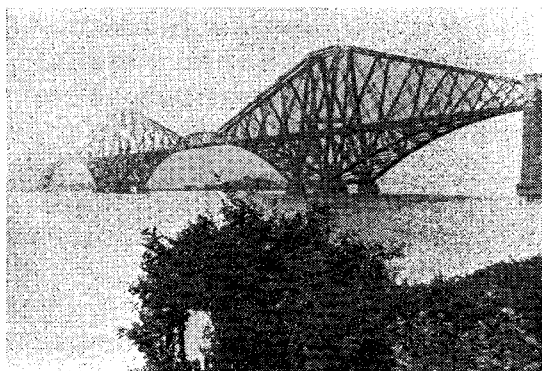
(世界の橋, による)  
写真-3 ベラザノ・ナロウズ橋

曲して脆弱に感じられ、支間中央では橋面の水平線に近づいて力が弱い。構造物は絵画的な美から成立するものではない。例え力学的には十分でも見る人に脆弱さを感じさせるものからは形式美は生まれず、次に述べる機能美の面からも致命的である。

また、同一の構造要素が繰り返されることも望ましい。統一性のない変化の多い組合せは見苦しいからである。しかし、変化のない単調なものを連続させるというのではない。全体的な統一のもとに適当な変化をもたせて形式美にポイントを与えることも必要である。

### (4) 量

形式美のひとつに、対象とするものの量がある。しかし、これは構造物の部材断面を大きくして、量感を出す



(Brückenbau, による)  
写真-4 フォース鉄道橋

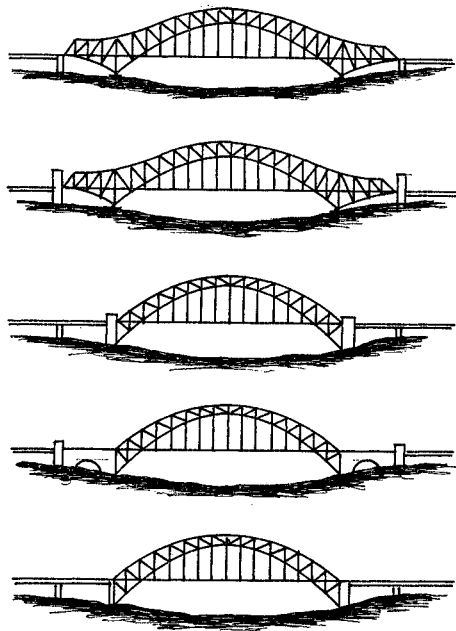


図-1 アーチ橋のいろいろな型

という意味ではない。これでは力学理論に反し、不経済で、技術美という面からもマイナスである。ここにいうのは、全体の規模から受ける量感である。

写真—4の橋が力強さと気品を感じさせるのは、全体的な規模の大きさにある。もし、橋脚を沢山もった小規模なものであれば、微々たる存在となって力強さも美しさも感じられまい。図—1のように、同じアーチでも、反曲点の有無、アーチの広がり、親柱の有無によって量感が異なり、それに伴って美的効果も違ってくる。

## 5. 機能美<sup>2)~5)</sup>

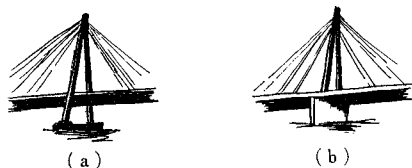
構造物は空間構成の形式が美しく好ましいことだけですむものではない。同時に、その機能が明らかに看取されるとともに活発な機能の力に満ちているという、機能の表現に基づく機能美とも大きな関係をもつ。

### (1) 機能の力動的表現

土木構造物は、一定の場所に不変不動に構築される静態としての存在である。したがって、これが視覚的直観を通じて見る人の心に働きかけるとすれば、その合目的機能が力動的に表現されることであろう。しかし、静態としての構造物の力動とは何であろうか。

土木構造物がその機能を果たすには、力学的に周到に検討された構造を前提とする。構造の各部分が協力して外力に抵抗するように合理的に考えられ、過不足のない最適な経済的構成をされたものでは、力学理論に従って無駄に遊ぶところなく、各部分が緊張して働いている。外観的には静態でも、内部では寸分の隙もなく外力に抵抗しているという劇的な力の緊張を内在して形態化されるところに力強い力動的な機能美が出現するのである。なお、構造物は外力を受けて、これを大地に導くのであるから、構造物内の力は円滑に伝達されるようにし、それを簡単明快な構成に組み立てる必要がある。力の伝わり方が直観的に明確でない構造形成は、力動美という点で力が弱い。

ロープの助けをかりて長大スパンをひとまたぎにする吊橋の緊張感はどうか。放物線の形をもって張りつめた抵抗を示すアーチの力強さはどうか。近代科学の力を感じさせるのである。図—2はセパン橋の塔と桁の取合いの計画時案である。どちらが力の緊張にみちていよう



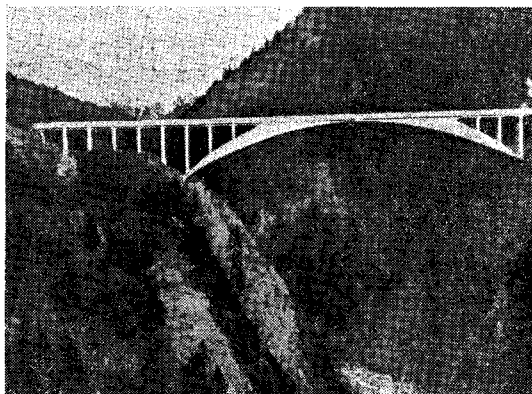
図—2 セパン橋の塔と桁

か。(a)の方が力の流れの状態が明確なのだが。また、関淳氏が本誌で紹介された定山溪国道の「なだれよけ」は機能を力動的に表現した名作品である<sup>9)</sup>。

### (2) 装飾

美的以外の動機からつくられるものは、普通その表面に装飾を施して美化しようとする。布や紙はその薄弱さを補充するために模様が織り込まれ染めつけられる。しかし、立体的形態をとる構造物は、それ自体がすでに充実した存在であるから、表面に装飾をつけたり、構造上不要な装飾をつけなければならないわけがない。みだりに装飾を加えるのは、構造物自体を直観的にとらえにくくする点で無用であり有害である。

思いきり装飾をすてて、それ自体に内在する美しさを現わすのがよい。最も純粋な美しさは単純の中にある。しかし、いっさいの装飾を排除すべしというのでもない。多少の「あそび」をもって合理的形式のきびしさをやわらげることが必要であろう。写真—5はマイヤールの橋である<sup>7),8)</sup>。



(世界の橋、による)

写真—5 サルギナトール橋

## 6. 自然美との関係<sup>2)~5)</sup>

土木構造物は、自然や他の人工物とともに現実の生活空間の中におかれ、それ自体が風景の全体像の中に組み込まれる。すなわち、それ自身としての技術美をもちながら、それを包容する風景または環境全体の美にあづかる。このような観点からすれば、次の3つの考え方ができよう。

- ① 構造物の存在をかくす場合
- ② 環境と構造物をほとんど同じ調子で融合調和させる場合
- ③ 構造物の存在を強調する場合

構造物が風致を害する恐れのあるときには、なるべく目立たぬようにして、できるだけ環境の中に没入させる

ようにする ①。これとは逆に、その存在を強調して環境を支配し、風景の主要素として新しい景観をつくり出そうとするのが ③ である。これに対して、環境に融合させて風景美を助長させ、自然美に人工美をそえさせるのが ② である。

これには材料、構造形式、色彩が関係する。コンクリートは白い肌をもち、鋼は冷静な肌を各種の色彩に塗装される。石や木は自然にとけこむ。そして、それぞれの材料は固有の性状に適した構造形式をもっている。

## 7. む す び

土木構造物は、以上の形式美、機能美ならびに自然美が有機的に結びついて造形されるとき、その中に力学的動勢をひめて、完結した全体として円満に調和し、一種のリズムとハーモニーをもって人びとに快感を与える。ここに土木構造物が人びとに与える精神的影響がある。

土木構造物の造形——技術美とは、このようなもので

はないかと思うのである。

なお、本文をまとめるのに東京大学 竹内敏雄名誉教授に教えられることが多かった。付記して謝意を表する次第である。

### 参 考 文 献

- 1) 山本 宏：土木技術私考，土木学会誌，Vol. 58，No. 1.
- 2) 竹内敏雄：塔と橋，弘文堂，昭和46年。
- 3) 山本 宏：橋の美しさ，土木建設，Vol. 16，No. 10.
- 4) 鷹部屋福平：橋の美学，アルス，昭和17年。
- 5) 山本 宏：橋梁のデザイン，土木学会誌，Vol. 52，No. 4.
- 6) 関 淳：定山溪国道とグエル公園——土木構造物におけるデザインの可能性——土木学会誌，Vol. 58，No. 6.
- 7) 関 淳：マイヤールの橋を訪ねて，土木学会誌，Vol. 54，No. 5.
- 8) 山本 宏：マイヤールにみるデザイン思想，土木学会誌，Vol. 57，No. 7.
- 9) 会誌編集委員会：土木デザイン，土木学会誌，Vol. 50，No. 4.
- 10) 中村良夫：土木空間の造形，技報堂，昭和42年。

(1973.7.13 受付)

土木計画学研究委員会編・第6回土木計画学講習会テキスト ● 1700円 会員特価 1500円 (〒140)

# 施工の計画・管理に対する科学的接近 B5・170 上製

## 土質力学特論

●土木工学大成 第7巻 (第7回配本)

赤井浩一 著 京都大学教授・工学博士

菊判・248ページ 2500円

最近の土質力学の理論とその実際設計問題への適用を詳述し、さらに土質力学の問題を、伝播問題、擬似定常問題、平衡問題の3つの型に分け、土質力学の分野で現われる諸問題を数理的法則によって解明した好著である。

●目次 1 = 土質力学の展望 2 = 土の応力-ひずみ関係 3 = 土の圧縮性と沈下問題への適用 4 = 土の強度論と安定問題への適用 5 = 土質力学問題の分類 6 = 伝播問題 7 = 擬似定常問題 8 = 平衡問題

トンネルの力学 kastner 原著

金原 弘訳  
菊・1800円

最新 耐震工学

大原資生著  
A5・1600円

ボーリングハンドブック

岩松一雄著  
A5・4500円

新土木設計データブック 全2巻 B5・(上)6000円(下)6500円

成瀬勝武編集

●このほかにも土木工学書、数学書を多数とりそろえております。(目録呈:Q1係)

出版案内



森北出版

東京神田小川町3の10

電話03-292-2601

振替東京34757