

## 土木技術私考

山本 宏\*

## 1. はじめに

土木技術は、太古より、いろいろな形で改良され発展してきたが、現代文化は押しとどめようのない大きな力で動き出し、社会構造も驚くべき改革をはじめ、それに伴って、土木技術もまた人々に与える影響を大幅に変えてきた。

われわれの土木技術は、終局的には土木構造物という形で表現される。ここでは、過去の土木をふりかえりながら、現在ならびにこれからの土木と土木構造物の持つべき性格について考えてみたい。もとより、これは土木関係者だれもが考えていることであろうが、浅学非才の青二才が「盲、蛇におじず」式に書こうとするもので、汗顔の至りであるが、大方のご叱正とご教示をお願いいたしたい。

## 2. これまでの土木技術

従来、土木と建築はともに人間の生活を快適に保ち、よりよい未来への向上を期することにあったが、要求される課題が、建築では人間個人個人の日常生活そのものであったのに対し、土木では人間をとりまく自然を整備することにあった。

すなわち、土木の目的は、自然を突き破り、自然の脅威を防ぎ、自然を改良して利用度を高めるといふ、自然を対象とした物理的・化学的現象を取扱い、自然を整備することによって、間接的に人間の生活に貢献しようとするのであるが、建築は個々の人間の日常生活そのものを直接の対象とする。集団的・公共的利益を求めようとするのが土木であり、個人の利益を追求しようとするのが建築であるとして区別されてきた。したがって、建築では、人間の生活感情が大きく入ってくる。

一方、産業革命以来、自然科学の長足の進歩にうながされて、技術の機械化がすすみ、本来人間に奉仕すべきものとして発展してきたはずの技術は、いまや驚異的あるいは脅威的な力を持つまでに成長した。

かつて、カントが「美は有用なものにとって、その価

値構成に必要な目的表象を欠如する」ということを一つの基本的標徴としてあげて以来、有用なものをつくる技術は、美に対して疎遠なものでなければならなかった。事実、近代工業技術は機械的効率を高めることを追求するにつれてますます美に面をそむけ、これに対して美なる意識は現実界を超越した仮象界に遊ぶことにふけり、生活目的にしばられた技術の産物をうとんじてきた。

すなわち、科学技術は、造形美とか人間の心理感情の問題を取上げようとはせず、工学にたずさわる者のタッチすることではない、という風潮があったことを否定することができない。19世紀の初頭までは、土木と建築は現在のように区別されずに、同一の人物が手がけてきた。土木と建築に分離されて以来、どちらも人間の生活の確保と向上を求めめるものでありながら、土木はこの風潮の中に組込まれてしまったようである。

## 3. 現在とこれからの土木技術

最近、土木の技術が建設しつつある各種の構造物は、その規模といい、技術といい、すばらしい発達をとげている。

至るところで、道路や鉄道は高速で地上を走り、地下や海底にもぐり、空中高く架けられている。たとえば、大規模な関門橋の架設が海上で急ピッチなら、その下の海底では山陽新幹線の関門トンネルが着々と建設されている。すでにつくられている山陽本線関門トンネルや国道トンネルとともに、九州と本州はまたしても大きな2つの動脈で結びつけられる。地図の上では海をへだてた2つの島であるが、実質的にはそれを全然感じさせない。本州四国連絡橋、各地につくられる計画中の新空港、港湾設備、または海を埋め山を削って工場群が出現するなど、都市はますますその領域を広げてその容貌を変え、人々の生活をすっかり変えつつある。

これらの道路・鉄道・空港・港湾等の整備・建設は、都市内および都市相互の結びつきのもとに計画され、それが人間の生活に大きく影響することとなるので、人々は「自分達の生活は、これからどうなるのだろうか」と思っている。

また、文化が向上し、技術の作品が身のまわりに多く

\* 正会員 工博 九州工業大学助教授 開発土木工学科

を占めるようになって、かつて互いに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、技術的使用対象の合目的な機械的形成の中に新鮮な美を見いだすようになったのである。すなわち、巨大な技術の産物や人工化された風景に目をみはり、すさまじい勢いで地上や地下を占拠しつつある技術の所産に魅力を感じるようになった。構造物の力強さや美しさ、壮大さに感動するとともに、環境を積極的に変貌しようとする現代の巨大な意志を感じだしたのである。

それに対して自然環境のほうは、各地で都市開発の名のもとに各種の土地造成が行なわれ、都市は海に山に広がりつつあることはよいとして、たとえば、最近の宅地造成をみると、至るところでブルドーザーを入れての大規模な工事がされているが、それまでの美しかった木々の緑はなくなって、あとには褐色の地肌とコンクリートの灰色が残っている。樹木があろうと池や小川があろうとおかまいなしである。これで人間の住む場所ができるのであろうか。小ブナを釣るべき川も、ウサギを追うべき山も奪われて、マイカー族は水と緑を求めてさまよい歩く。川面の上にはコンクリートのフタをかぶせて暗渠とし、その上を道路や駐車場に使用する。都市の中から水面さえも奪われて、生活空間はますます狭く、情緒はなくなる。都会砂漠といわれる状態が出ていることも事実である。気持のゆとりなど期待するほうが無理というものである。新聞によれば、都会の勤めを止めて地方に勤務先を求めるサラリーマン、地方の官庁・会社に就職を希望する学生の数が多くなったとか。

これを要するに、土木構造物は、これまでの自然を改良し利用度を高めるといふ範囲にとどまらず、社会構造を変え、人間の生活を著しく変貌させながら、人々に強い影響を与えるようになった。人々は、すさまじく社会を動かす土木技術の巨大なエネルギーに驚嘆し、先に述べたように「自分達の生活は、これからどうなっていくのだろうか」と考えている。

土木構造物がこのような性格を持つようになれば、人間の生活の確保と向上を、個々の人間の生活そのものと人間を取りまく自然の整備という2つの面にはっきり分けて考えることができなくなる。

土木もまた、自然を対象とするその直接目的の中に、人間の日常生活という面を包含する必要に迫られてきたと思うのである。いわば、土木と建築の間には、これまでのように明確な一線を引くことができなくなった。

#### 4. 土木構造物に要求されるもの

上記のように、土木技術の所産が人間の日常生活に直接の関係を持つようになると、土木構造物に対する見方

表一 女性と建築要因の対応

女 性		建 築	
才 能	容 姿	実 用 的 機 能	機 能 価 値
容 健	康	芸 術 的 強 度	構 造 強 度

も当然変わってくる。それが、人間に与える影響が違ってくるからである。

このように考えるとき、土木構造物は

- ① 力学的な機械的効率を満足し（構造強度の問題）、
- ② 周倒に計画された実用効率を持ち（実用的機能の問題）、
- ③ 人間の心を楽しませ、はげます（精神的効率の問題）、

ものでなければならなくなる。

① の条件は、材料、構造解析、構造詳細、工作・架設法や構造の経済性などの問題であり、② は、社会と人々の現在の要請に上手にかつ便利にこたえ、将来の社会機構の健全な変化をうながし、また不都合なく対応できること。③ の条件は、自然を改良して新しい環境をつくる土木は、一步誤れば自然破壊・環境破壊の可能性を持つので、このようなことのないように、土木構造物には心理的感情的充足感や造形美が要求される、ということである。人間の感情を度外視した構造物は一種の公害とさえいわれている。

横浜国立大学の井上充夫<sup>1)</sup>は、建築<sup>2)</sup>と女性の関係を表一のように示している。

すなわち、女性の才能・容姿・健康は、おのおの独立に判断されるべきで、一つのものが他のものを一義的に決定しない。たとえば、才能があるから美しいとは限らず、美しいから才能があるともいえない。理知的な美しさがある反面、白痴美というものがある。健康美がある一方では繊弱な浮世絵的な美しさもある。青白きインテリというものもあるのである。このような才能・容姿・健康を建築に対応させたのがこの表である。土木構造物にも似たようなことがいえる。上に述べた3つの条件が対応する。

#### 5. 土木構造物の設計について

以上、土木構造物には、機械的効率・実用的効率・精神的効率の三条件があることを述べ、井上の考えを借用した。これらの三条件は、女性の三要素がそうであるように、驚くべき精巧さで有機的に結合して土木構造物という統一された全体を構成する。

この三条件のうち、機械的効率（構造強度）は他の二条件とは性質を異にする。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、機械的効率がみだされないものは構造物としての存在価値がない。端的に言えば構造物ではない。土木工学の大きな部分がこの点にかたむけられてきたのも、このためである。

これに対し、あとの二条件は女性の才能と容姿に相当するものであるが、工学上の問題よりも、社会学・経済学・心理学・美学などの問題が多い。この点、心理学者の、これまでの限られた範囲での研究が社会や心理学そのものの発達にあまり貢献しなかったという自覚と、心理学上の科学的根拠のある情報を求める技術者の要請とで、環境心理学が発展してきていることは喜ばしいことである。

かつて昭和のはじめころ「機能主義」とか「合理主義」というものが建築界を風靡した。「構造物は経済的で機能的かつ合理的であれば美しい」とする主張である。これは、工学の他の分野にも大きな影響を与えた。

この主張は、ワグナー（1841—1918年）が、近代建築として備えなければならぬ四つの条件を、その著書「近代建築」に述べたことに端を発するという。彼の条件とは

- ㊸ 細部に至るまで建築目的を完全に充足すること、
- ㊹ 技術的・経済的に有利な材料の選択、
- ㊺ 技術的・経済的に有利な構造法、
- ㊻ 以上の前提から自然に生まれる形態。

というのであるが、不思議な気がする。あたり前のことなのである。このようなことをどうして仰々しく主張しなければならなかったのであろうか。

それには、それ相当の理由があった。ワグナーに先立つ19世紀ほど建築の墮落した時代はなかった。古い時代の建築をまねることが流行し、古代ギリシャやローマ、ルネサンス、バロック、その他の歴史上の、ありとあらゆる建築様式を公共の建物や住宅に用いた。建築目的、気候風土、材料、技術にはおかまいなしに使い、自分たちの建築様式を創り出すことはしないで、徹底的に模倣した。学校建築にギリシャのドーリア式神殿を忠実に再現するなど、時代錯誤・不合理・不経済などおかまいなしであったのである。

ワグナーは、このような建築を正常な状態に引きもどすために、先の四条件を主張したのである。しかし、彼の主張は正確に認識されず、のちに「機能主義」「合理主義」を発生させることとなる。すなわち、建築は目的の充足、技術的・経済的に有利な材料と構造から「自然に生まれる形」をとるべきである。いいかえれば、目的をみだし、材料や構造を技術的・経済的にうまく使いこなせば「それでよい」「実用的な必要をみたせばよい」ということになり、のちの「機能なものは美しい」とする考えに発展していくのである。歴史的背景を考えてこそ、ワ

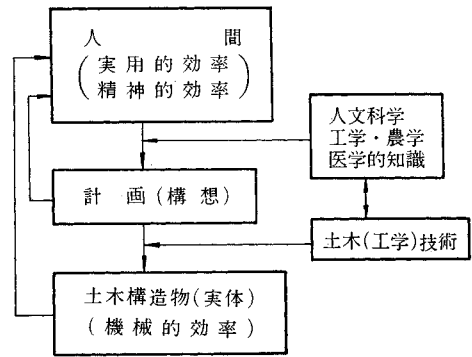


図-1

グナーの主張の意味があるものを、彼の主張は誤って解釈されてしまった。

間取りが便利でも外観が美しいとは限らず、使い勝手が悪くても美しい建築はある。丈夫で耐久力のある建築が美しいとは限らないし、「機能的なものは美しい」というのは、必要条件ではあるが、十分条件ではない。

以上のようなことを考えると、土木構造物の設計は図-1 のようにならう。

土木構造物の実用的、精神的、機械的効率の三条件は、それぞれが独立して単に算術的に寄せ合わされているのではなく、有機的に結合して人間の用に供される。したがって、土木構造物は、まず人間を出発点とする。自然を直接の目的とする従来への考えは、もう一歩さかのぼって人間としての目でみられなければならない。これをもとにして各種の構想がたてられれば、これはまた人間の立場で見直される。ただ単に人間を集団としてみるだけではなく、個々の人間の立場でもチェックされる。妥当であれば次の実施設計へ移るが、これも最後にはふたたび人間としての目でチェックされねばならない。

かくして、本当の意味のバランスのとれた土木構造物が出現する。人間味のある画一的ではない、個性的な構造物ができよう。計画者・設計者の良心と人間的持ち味の感じられるものは社会と人々をうるおす。

ただし、機械的効率は基本的なもので、その重要性については強調するまでもないが、土木構造物には非常に多くの種類があるので、実用と精神的効率のウエイトの置き方は構造物によって違ってくる。また、社会集団を構成する個々の人間の希望をすべて満足することもできないので、その処理方法が考えられなければならないがだからといって、人間の問題を素通りすることはできないのである。

そもそも、Civil Engineering とは、単に Military Engineering に対して、軍事工学以外のものを総称する呼称であった。のちに機械や電気等々が分離して、あとに残ったのが現在の土木である。機械や電気が一つのま

とまった概念で統一されているのに対し、土木はこれらの分野を除いた全分野を包含する幅広いものである。かつて佐藤吉彦が指摘したように、土木は本来他の分野のように明確な概念で統一された閉鎖的なものではなく、非常に幅広い領域を扱う開放的なものであって、社会とそれを構成する人間の生活に貢献するために、他の分野が取扱わない全分野を総括するものである。土木技術者に広い視野と知識が要求されるわけであり、土木構造物もいろいろな角度から検討されるべきものである。

## 6. む す び

以上、土木構造物の性格について考えてみたが、ここであげた三条件が、いままで全く検討されなかったというのではない。

機械的効率については、従来から全力をつくして扱われてきたことは先に述べたとおりである。経済効果についても考察されてきた。数理に強いわれわれには、公式化することのできる問題は取りつき易く、これからも工学上の諸問題が解決されていくことであろう。

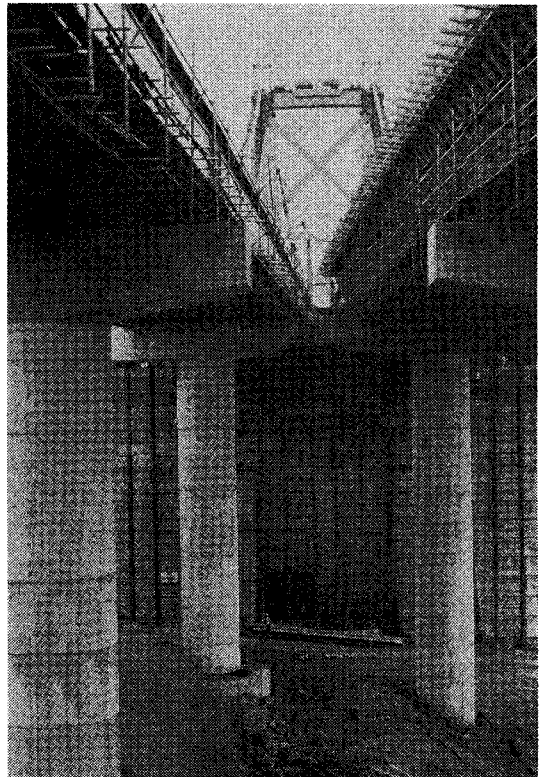
しかし、土木本来のあり方と社会進歩の巨大な流れを思うとき、土木のもう一つの面を忘れてはならない。従来から、たとえば橋梁では橋梁美学という面で精神的効率についてのある程度の検討がされてきたことなどを考えるとき、いままでの土木が対人間の問題を全く無視していたとはいえないが、しかし、積極的であったともいえないと思うのである。

いかにして使い易く、人々の心を楽しませ、はげますことのできる土木構造物をつくるのか、どうすればよりよい環境をつくりだせるのか。どうすれば社会や人間を健全な発展に導くことができるのかなど、人間の精神に関することは公式化され得ない、または困難な問題を含んでいる。だが、これを素通りすることができない。より広く、より深く、より高い要求をわれわれ自身がすでに強く感じている。

## 故 S.P. Timoshenko の業績

材料力学、構造力学、座屈理論、振動学、および弾性学に関する名著で有名な Stephen P. Timoshenko 氏は、1972年5月29日、西ドイツの Wuppertal で死去された。行年 93 才である。

同氏は 1878年12月23日ロシアの Kiev に生れ、1901年に Institute of Engineers of Ways of Communication in St. Petersburg (いまのレニングラード) を卒



晩秋の日に建設を急ぐ関門橋

これからの土木設計の方法は？

土木教育のあり方は？

具体的な抜本的な検討の時期にきていると思うのであるが、どうであろうか。

### 参考文献

- 1) 井上充夫：建築芸術序説，理工図書。
- 2) 佐藤吉彦：土木工学とは何か，土木学会誌，Vol. 46, No.5.
- 3) 山本宏：橋梁のデザイン，土木学会誌，Vol. 52, No. 4.
- 4) 中村良夫：土木空間の造形，技報堂

(1972. 9. 21・受付)

業し、1906年にはドイツの Göttingen 大学の有名なブランドル教授のもとで Dipl.-Ing. の学位を得ている。学位論文は、I ビームのねじれ座屈に関する研究であった。

1906~1911年には、Polytechnic Institute of Kiev の教授をつとめ、1912~1917年には、Electrotechnical and Polytechnic Institute of St. Petersburg の教授をつとめた。工業力学における彼のすばらしさは、この教授時代に認められている。

1917年からの3年間は、ボルシエビキが勢力を得た時代であって、ついに、1920年に国外に出ることになり、