

橋 梁

伊 藤 学

1. はじめに

橋は元来交通路の一部としての構造物にすぎないが、技術的な特殊性と人の目を引くものであるために、それ自身独立に取り上げられることが多い。近年わが国では道路網の整備、鉄道新幹線の建設等にもなって、新しくつくられた橋梁の数もとみに増大し、またこの側向が今後も続くことは明らかである。

一方、近い将来には現在話題に上っている海峡連絡の長大橋、あるいは都市の再開発にもなる新しい高架構造等、これまで経験しなかったものが対象となることが予想される。この時点において、わが国の橋梁技術を国際的水準との対比において眺めてほしいとの課題を与えられたが、正直のところ大学より外の世界に接する機会の少なかった筆者には、わが国の真の実状すらつまびらかでないので、このような問題の解答は恐らくとも合格点には達しないであろうことをあらかじめおことわりさせていただきたい。一方、海外の方もアメリカとヨーロッパを1回ずつ見聞する機会を得たのみで、しかも目当ては大学関係が主であったという状態で、外国の事情を語るにはこれもまことに経験不足である。

申し開きが長くなったが、本稿を依頼された直接のきっかけは先頃リスボンで開催された「つり橋に関する国際シンポジウム」に出席することになったからで、まず話のいとぐちとして、帰国を前に印象のさめきらないこのシンポジウムを内外技術の対比を論じる話題にとりあげよう。

2. つり橋における新しい波

このシンポジウムはつり橋のみに論題は限られているが、発表された論文の内容はもちろん学術的なものばかりでなく、設計、施工から維持に至る広汎な技術一般を含んでいる。まず驚くべきことには、諸外国から集まっ

た出席者の1/4を占める約30人の研究者、技術者が日本から参加し、論文数においてもやはり同じような比率の論文が日本から発表されたが、この事実は現在わが国でいかにつり橋に関心をもたれているかを示すもので、遠い外国におけるこの種の会議としては出色の現象であろう。だが外国へ出かける日本人の多いことは今回だけのことでなく、近年のいちじるしい傾向である。1965年工学系学生旅行団に便乗してリスボンを訪れた際にも、当時工事中のターガス河橋を見に、延べ数十人におよぶ日本人がそれまでに来訪したことを先方でも驚きをこめて語っていたが、これらは日本の国力に余裕ができたことを間接に示す証左であるとはいえ、考えさせられる事実である。別の分野での話であるが、日本の某会社の重役、研究所長、そして部長が別々に相ついでドイツの関連会社を訪ずれ、同じ施設を見学することを要求し、またほとんどまったく同じ質問をして行ったので、相手方では日本の会社はどんなことになっているのだろうと呆れたということである。ヨーロッパの豊かな国の大官にとってさえ、極東は遠くて金がかかってまだ行くチャンスがなくて……という。むだはなくしたいものである。

明治以来の業績をかえりみても、確かに日本人は海外のすぐれたものを優秀な消化力で吸収してきた。しかるに、今回のシンポジウムでも感じたことであるが、外国人との接触において実力を発揮し得ないのは本当に残念である。現在の世界ではやはりイギリス、フランス、西ドイツのいずれかの外国語をあやつらなければ、お互いの意思が通じない。ライシャワー教授の言を借りるまでもなく、技術者も英会話ぐらいは使えないと損である。百聞は一見にしくはないが、せっかくのチャンスに資料をもらい写真をとってきただけではもったいない。しかし、ともかくも日本では外国の水準に追いつくだけの成果をあげるのであるから、先方は日本人を、すぐ真似をする油断のならない連中だと感じるに違いない。

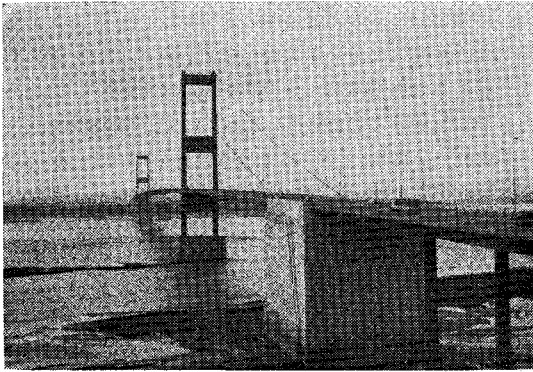
だいぶ主題からそれたが、前述のつり橋に関するシンポジウムでも日本人が活発な議論に加われる機会がなかなか見出せずわが国でまだ長大つり橋の経験がないことと相まって、出席者あるいは論文数の比率に対応するだけの印象を残せなかったように思えるのは残念である。

このシンポジウムにおける技術的な論点でもっとも目立ったのは、慣用のアメリカ式のつり橋に対して、流線形補剛桁断面を始めとする新しいアイデアをひっさげたヨーロッパ勢が攻勢をかけている感じで、従来つり橋技術に関しては最大の業績をあげてきたアメリカからは研究者の出席がなかったこととともに、技術の変せんにおけるテンポの早さが感じられた。

ヨーロッパにおいてはこの夏話題のセバーン橋(写真一)が完成して、イギリスの橋梁技術がまた世界の注

写真-1 セバーン橋

(筆者撮影)



目を引くようになった。現在建設中の北欧のリトル・ベルト橋は、やはり閉断面の薄い補剛桁をもつり橋ではあるが、斜つり材ではなく、断面形状にも工夫を施してセバーン橋とは違った行き方をしている。フランスの大つり橋におけるコンクリートの塔(写真-2)、ドイツのつり橋における鋼床版付き補剛桁と独特のケーブル等、各国それぞれお国ぶりの特色が見られることに注目したい。積み重ねられた伝統と経験、その国土の自然的条件の特殊性にもとづいての結果であって、独自の見解が認められる。

3. 根のある独創性を

戦後、構造用材料、設計(そしてこれに付随する計算)法、および施工の面で欧米の橋梁技術は特にドイツを中心として非常な変革を遂げたが、わが国においても常にその水準に遅れることのないよう努力が払われてきた。それどころか、後でふれるように、部分的には諸外国よりもすぐれた成果を見出すことは難事ではない。

しかしながら、一般的には新しい構造あるいは工法の主たるものは欧米各国に端を発したものであって、わが国の橋梁技術にオリジナリティーの欠除を認めざるを得ないのは遺憾である。プレストレスト コンクリート然り、高力ボルト然り、そして現在は桁橋の常識的なタイプとなった合成桁においても然りで、いずれも世界で初めて採用に踏み切ったというものではない。

もちろん日本の研究者、技術者の中には優秀な人達が多いし、新しい着想も欧米に先んじていたものがあるかもしれない。現に設計、工作、架設におけるいくつかの問題で、新案が出され実現に移されて効果を上げた実例も知っている。曲線橋、段違いラーメン式橋脚等、設計理論の面では日本の都市内高速道路建設の特殊事情から外国には例を見ない苦心が存し、独自の計算法で設計されたものもある。しかし、前述のような橋梁技術の顕

著な変革については欧米の後を追いかけてきたことは否めない。その原因は何であろうか。日本の、特にその採否をきめる指導的機関の側において、前例の有無にこだわる傾向はないだろうか。石橋をたたいて渡るのはよいが、実例があってから初めて安心して一步を踏出すのでは世界の先端に行くことはできない。

また逆に、前例があるからとしてあらゆる面からの判断を怠ることが危険なのは当然である。この当然のことがおろそかにされ、生呑込みをして、ときには事故を起こすような失敗も耳にする。表に公表された資料だけではその新しい着想を実現するためにどれだけの裏付けとなる検討がなされたか明らかでないことが多い。場合によっては先方の研究が不十分のままに実現に移されたものもある。これらを完全に引きわめた上でも、なおかつそれぞれの国の社会的ならびに自然的特性との関連に注目しなければならない。たとえば材料費、製作費の比率は同じ構造物でも国によって異なるはずである。最近、ドイツでも、材料を節約して工夫をこらした複雑な構造の橋を設計することは経済的でなくなってきたという話を聞いているが、同じ国でも社会状況の変化によって当然事情は変わってくる。

自然的特性は、なおさら影響が大きい。日本では地震

写真-2 タンカピュ橋

(筆者撮影)



と台風に対して払うべき考慮は他とは比較にならない。つり橋についても現在ヨーロッパで採用されているような構造が日本でもそのまま適当であるとはいえないであろう。ドイツにおいてかなり高い設計風圧をとっているとはいっても、あちらの平原を吹き渡りライン河の橋梁に作用する風とわが国の台風とは同一に論ずることはできない。斜張橋もスパンが長くなれば、単なる風圧以外の風の動的作用が問題になるので、独自の検討を行なうことが要求される。地震に対する配慮は、とかく下部構造だけに限定されがちであるが、たとえばドイツ等で橋脚躯体を細くし、主桁の数を少なくして床の張出しを大きくするような構造が経済的に有利であるとされていても、これをそのまま風なり地震なりの影響のきびしい日本にもってこることはむづかしい。以上のような特性がまだわが国の橋梁界では十分に理解されず、うわべだけの吸収にすぎないように思われるのである。

橋梁の形式にしても、日本の国土に根ざして発想が何か生まれ出てもよからう。神戸港といえば日本の海の表玄関である。摩耶大橋（写真-3）という立派な橋ができたが、少なくともここには外国の真似という感じを起こさせないものが欲しかったと思う。

以上のことがらは大学等の研究者も一半の責めを負っている。外国の文献に目を光らせ、新しいものに遅れな

写真-3 (a) レバークーゼン橋
(筆者撮影)

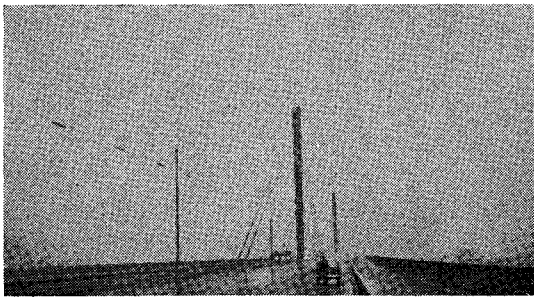
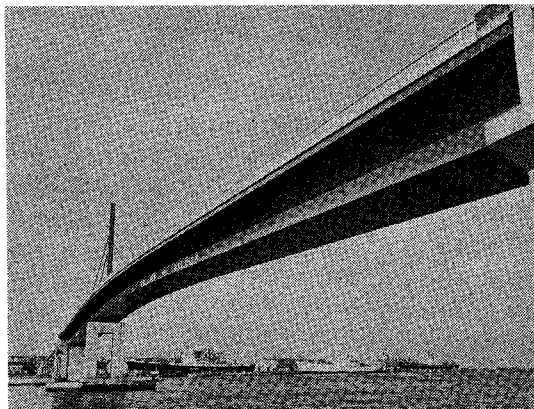


写真-3 (b) 摩耶大橋



い努力も必要ではあるけれども、それだけではやはり世界の工学界をリードして行くことはできない。新しいもの、話題となるものにいっせいに飛付くのは現代日本人の一つの習性となったかの感があり、他の分野を見ても専門店となるよりはデパートとなることを選ぶ傾向がある。しかし技術の世界においては、たとえ短期間で成果は生まれなくても、じっくり腰を落ちつけた独創的な研究態度が望ましく、それぞれの特色を生かした着実な仕事が尊い。営利を目的とする会社ではそうしてばかりもいられまいが、研究者ぐらいはそれが許されてもよさそうなもので、論文の数のみによって評価されるべきものではない。以前アメリカに留学したとき、筆者の指導教官となった先生（土木ではない）は4、5年にわたって、外から見れば同じことのくり返しとも思える地味な室内実験を続けていた。聞けばこれが U.S. Army からの委託研究であったとのこと。委託研究にはもちろんわれわれ Reseach Assistant を雇うだけの費用も十分含まれている。少額の費用で短期間の研究で最大限のすぐ役に立つ成果を得ようとする傾向が、産学協同が唱えられ始めてきた今の日本にあることは否めない。同じアメリカの例をあげれば、イリノイ大学における道路橋の衝撃に関する研究、リーハイ大学の鋼構造物の塑性設計に関する研究等も、年ごとの報告を見ればその進捗は必ずしも早いとはいえないが、何年かにわたって蓄積された結果は、海外にも通用するだけの重味を示していることを味わうべきであろう。

4. 計画から完成まで

他の構造物と同じく、橋梁も計画に始まって調査、設計、製作、架設の順序でことが運ばれ、さらに完成後の維持まで含めて技術的評価が下される。一つの工事が完成するまでの手続きはやはり国によって若干相違するようで一概にはいえないが、この点でわが国は今過渡期になるように思われる。別項で解説されているが、近年日本における新しい動向はコンサルタントの誕生である。イギリス等では、コンサルタントは設計の段階での仕事はもちろん、工事完成までの施工管理まで含めて大きな役割を与えられている。日本でも建築では施工管理までまかされているが、橋梁ではほとんどが計画調査、あるいは設計の一端を担わされるだけで、完成までの責任を負うことがない。これはコンサルタントおよびこれに仕事を与える側の双方に原因があるろう。先に述べた日本人の習性がここにも現われ、群雄割拠といたいがそれは頭に立つ少数の人だけで実は群小割拠の状態となったために、真の実力あるコンサルタント組織がなかなか現われず、これを育成することを目ざしてはいたはずの官庁側

は、例の口は出すが金はなかなか出さない家庭の事情が上述の業界側の混乱状態と相まってはかばかしく事態が改善されない。アメリカの Steinman らやイギリスの Freeman, Fox and Partners のような欧米の著名なコンサルタントは、すでに長年の伝統と実績を有していることを思えば、現在の日本の状態だけを見てこきおろすのは酷であろう。しかし、日本にも有能な指導的技術者は多いのだから、それらの人達がある程度大同団結してすぐれた若手を集め、数は多くはないが欧米の著名なコンサルタントに匹敵するだけの実力をもってあげればと思う。

ドイツでは少しく事情が異なるようで、設計の仕事はほとんど橋梁会社の手によってなされるが、Leonhardt u. Andrä のような設計事務所もある。Leonhardt 博士は大学教授であるが、公然とコンサルタント活動をしている。先年 Bristol 大学でイギリスの構造工学界の長老である Pugsley 教授にお話を伺ったとき、ドイツやオランダの大学の先生は、大学と実務に2つの頭を持った人が多いと皮肉っていたが、イギリスの大学教授はやはり純粋にアカデミックなようである。もちろん外から依頼された仕事はするが、工学部の先生は現場と無関係であることはできないから、どの道を選ぶかがまた問題である。橋梁の分野に関する限り、アメリカの大学教授もどちらかといえばイギリス型のようなものである。日本では表向きこの型をとらされてはいるが、実際はどちらとも定まらない現状で、この辺も日本の橋梁界がすっきりとしない一面であると思う。Leonhardt 教授のような行き方もとれるならとれるで、社会もはっきりそれを認めるべきであろう。

橋梁の製作および架設の段階になると、ますます欧米との対比はむずかしい気がする。なぜならば場合によっては日本の方がむしろ神経質といえるほどに神経の行届いたできばえを示していることが多い。各国の著名なつり橋を見た際も、フォース道路橋（イギリス）、サラザール橋（ポルトガル、U.S. Steel が製作）のいずれもが部材同士がびったりしていないところが見られたし、タンカピュ橋（フランス）では、側径間補剛トラスの端パネルの下横構斜材(Xトラス)が、製作誤差のためか部材交差点で折り曲がっているのが目ざわりだった。筆者は日本国内の橋梁工事にあまり多く接していないが、少なくとも従来の経験によれば、代表的な工事ばかり見せていただいたせいか立派なものだったようである。しかし諸先輩に聞くと、物により施工業者によりかなりむらがあるという。結局、最高水準はかなり高いところにあるけれども、かなり危険なものもありうるということらしい。一つには先に述べたコンサルタントと同じく、群雄割拠の状態がかえってマイナスになっている点があるのでは

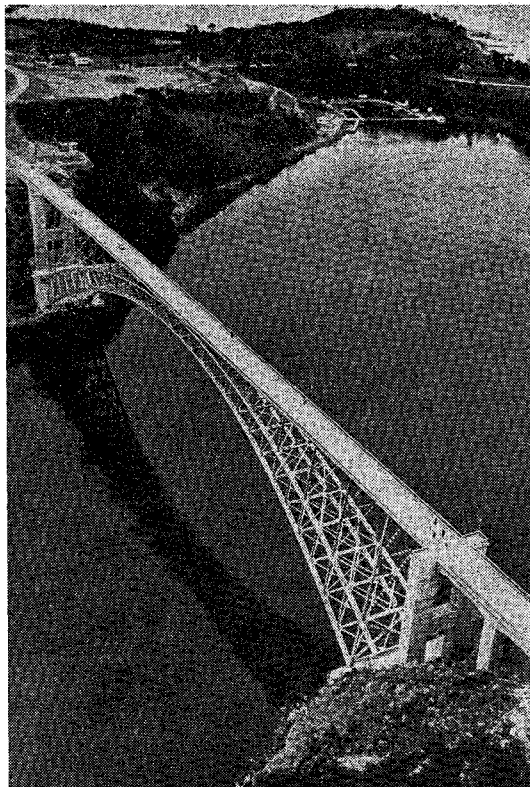
なからうか。ドイツでも橋梁製作会社は30を越えるというが、そのうち大手といわれる MAN, GHH 等6社はかなりはっきり他と差があり、大きな工事を請負った場合、分に応じて何社かが仕事を分けあうようにも聞いている。アメリカにも American Bridge Division (U.S. Steel) のような超ど級がある。日本でも近年造船関係の重工業会社が積極的に橋梁製作に乗出したり、限られた種目についてはあるが製鉄会社が橋梁に関心をもち始めたりなどして、かなり情勢が変化しつつある。まだ経験したことのない長大つり橋を手がけるときも近づき、海外に進出する機会も多くなろうという今、日本の橋梁会社もそれぞれ分に応じて実力を地道に蓄積すべきときである。技術の競争を望みたい。

5. 長大橋の将来に備えて

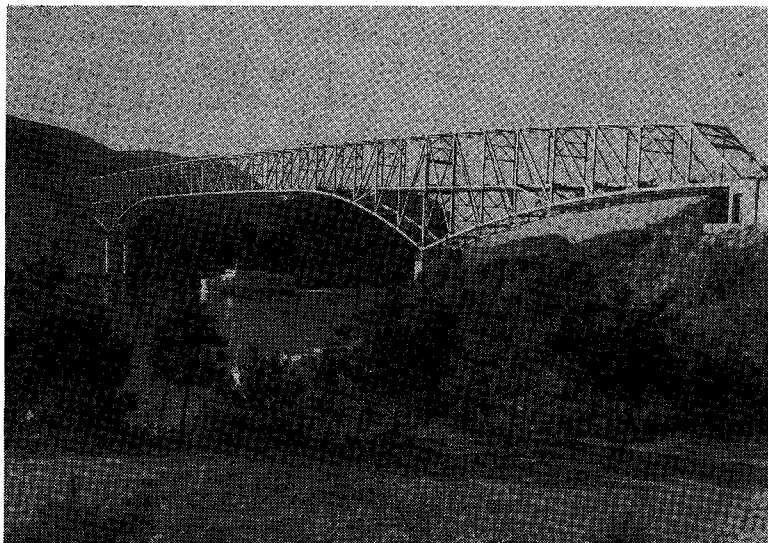
日本の状態を少し卑下しすぎるような記述に終始してしましたが、わが国にも西海橋、天門橋（天草1号橋）等世界に誇るべき橋梁も多い。これまでは欧米で開発されたアイデアを借りてきた傾向は否めないけれども、日本人のすぐれた能力と勤勉さがこれを乗り越えて、獨創性を発揮することを期待したい。そのためには基礎的な研

写真-4 西海橋

(「日本の建設」から転載)



写真—5 天草1号橋・天門橋



究に時間と金をかけるような雰
気を養成してもらいたい。おそら
く、せっかちに過ぎるわが国でも
っとも欠けているのはこの点であ
ろう。100年以上を経過したイギ
リスの鍊鉄橋、アメリカにおける
つり橋の長い歴史を考えると、
確かに伝統の重みは大きい、わ
れわれとしては、きたるべき長大
つり橋の完成を必ずわれわれの
手でしとげなければならない。そ
のときに備えて着実な努力を続け
たい。

終りに、本稿をまとめるに当り
諸先輩から参考となるご意見を頂
いたことに感謝したい。
(筆者・正会員 工博 東京大学助教授)

COASTAL ENGINEERING IN JAPAN, 1965

本書には最近のわが国の海岸工学研究の状況を紹介した論文 11 点が英文で集録されておりますので、海岸工学の
現況を知るのみならず、英文で論文をまとめるうえにも貴重な参考書となることを確信し、ご一読をおすすめします。
体 裁：B5版 151 ページ 口絵写真 2 ページ 定 価：1200 円 (US 4 ドル) 送料：100 円

〈新刊〉

気象災害

〔防災科学技術シリーズ 第1巻〕

理学博士

晶山久尚編

気象災害の原因
・対策、特徴な
ど長年のデータ
をもとに結集さ
れた決定版！

〔主な内容〕 1.日本の気象と災害(四季の気象と生活・災害ということ・気象災害の種類
・気象災害の史的変遷・気象災害と気象資源) 2.防災科学の基礎としての気象学(防災
と気象・気象要素・気象現象・気象現象に伴う異常現象・気象現象と季節変化・気象の経
年変化・気象資料の使い方) 3.気象現象の地域性と災害の地域性(雨の地域性と災害の
地域性・風の地域性と災害の地域性・気温の地域性と災害の地域性・大気安定条件の地域
性と災害の地域性) 4.災害の種類と気象条件(風害・水害・台風災害・雪氷害・雷害・
霜凍害・季節の異常による災害) 5.気象条件によって助長される災害(火災・大気汚染
害・海難・鉄道の気象災害・道路の気象災害・航空の気象災害・山の遭難・炭鉱事故と気
象との関係) 6.防災対策の基礎(防災の恒久対策、応急事前対策、緊急対策・防災の緊
急対策としての気象条件・損害保険) 7.気象災害年表 8.気象表

A5判/464頁/上製本箱入/定価 2,500円

都市計画

北海道大学教授・理博 小川博三著

〔共立全書〕
162

都市の本質を地理学的、社会学的
立場より検討するとともに、都市
計画に必要な計算の実例を掲げ、
都市計画専門家として必要な知識
を平述した好著。
B6判/220頁/定価 600円

東京都文京区小日向4-6-19 振替東京57035番

共立出版株式会社