

## 橋梁技術の最近の動向

### 2.1 鋼構造

明石重雄\*

#### 1. ま え が き

わが国の鋼橋の生産高は、過去 10 年間に著しい伸びを示し、昭和 35 年当時の年産 8 万 t から 38 年の 20 万 t を経て、43 年には実に 40 万 t を越える新橋が建設された。このような鋼橋建造の推移は、経済発展に伴う需要に支えられたことはいままでもないが、材料、設計、施工の各面における技術の飛躍的な進歩がなければなし得られなかったものである。

かつての橋梁は、1000 kg/cm<sup>2</sup> 強の応力と紙上計算をベースにして、河川を直角に横断するものとされていたが、今やその思想は根本的に変革された。軟鋼から高張力鋼への移行は、許容応力の倍増によって、ますますスパンの長大化を可能とし、コンピューターの高度利用は路線形選択の自由度を高め、多くの複雑な構造の解析を容易にした。また、施工面においても、橋梁の大型化、高級化に耐える設備や施工技術が次々に開発され、これらが一体となって、鋼橋の利用価値を拡大したものと見える。いっぽう、最近の技能者不足、人件費高騰は、一種のプレハブ工事である鋼橋建設にも深刻な影響を及ぼしている。これに対しては、標準化による生産性の向上、鋼重削減を至上とする従来の観念からの脱却がはかられ、中小スパン鋼橋の需要再開も推進されている。

#### 2. 材料による発展

工業の偉大な進歩はすべて材料革命によってもたらされるといわれるが、鋼橋に見られる最近の発展も、鋼材

\* 正会員 工博 (株) 横河橋梁製作所研究所長

の進歩向上に負うところが大きい。

わが国においては、昭和 30 年代の初期から溶接構造用高張力鋼 SM50 が採用され始め、久しく続いた 40 キロ鋼万能時代から 50 キロ鋼活用時代に入って、これにより軽量化、大型化への道が開かれた。幸い諸外国において発生したような脆性破壊事故を見なかったため、50 キロ鋼は順調な伸びを示し、また、この間には熱処理によって強度を高めた 60 キロ鋼 (SM58)、Nb、V などの添加によって降伏点をあげた高降伏点鋼 (SM50Y)、Cu、Cr などの添加によって大気腐食性を改良した耐候性鋼 (SMA41~58) などが次々に開発されて、これらが今日の鋼橋の主要材料となっている。

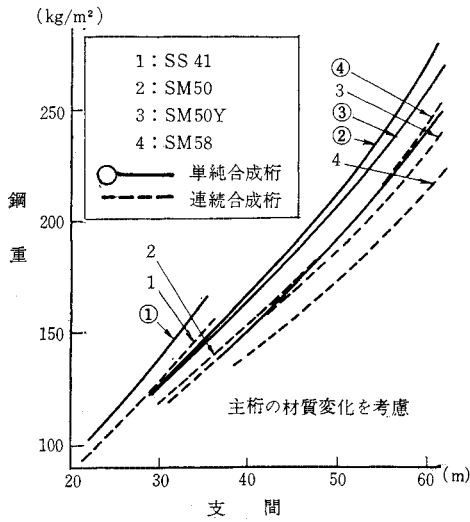
調質 60 キロ鋼は、さきにアメリカで開発された 80 キロ級の T-1 鋼における焼入れ、焼もどし処理を、50 キロ級の成分系に適用してつくられた、わが国独特の鋼種で、橋梁用材としてすぐれた特性をもち、軽量、安全な長大スパンの建設に貢献している。本鋼種の活用によって、かつてトラスの領域であった 60~70 m スパンがスレンダーな等高プレートガーダーで経済的に架設されるようになり、また、トラス橋においても、天門橋のように 300 m に及ぶ長大スパンが可能となった。ヨーロッパ諸国が今なお 50 キロ鋼を主材料としているのに対して、これはわが国の大きな優位を示すものである。

図-1 は、合成桁のスパンと鋼重との関係を使用鋼種によって比較したもので、高張力鋼の有用性を如実に示している。

大気腐食に強い耐候性鋼は、昭和 38 年皇居の鉄橋に初めて使用され、その後、新伝法大橋、米山大橋など海岸近くの橋梁を経て次第に一般環境のものにまで及び、最近の新石狩大橋、神戸大橋で 60 キロ級の SMA58 も大量に用いられている。この鋼種は、わが国では一般鋼材同様に塗装使用されているが、アメリカでは緻密で非進行性のさびを利用した無塗装橋梁も試みられている。しかし、いずれもまだ実績が浅いので、耐久性に関する実際の効果を確認するには、なおしばらく待たなければならない。

引張強さ 60 キロを越える鋼材では、アメリカにおいて T-1 鋼が 1958 年カーキネツ橋に登場し、それ以来トラス、アーチあるいはプレートガーダーに相当量使

図一 合成桁（道路橋）におけるスパンと鋼重との関係  
 （笹戸・山木：高張力鋼を用いた溶接橋の設計、  
 橋梁と基礎、Vol. 3, No. 8, 1969.）



用されている。この鋼種は現在 A 514 鋼として AASHTO の Standard Specifications for Highway Bridges (1969)にも採用され、かなりの普遍性をもつに至った。

わが国では、数年前から本四連絡橋調査の一項目として、70 キロ、80 キロ鋼の諸性能が検討されてきたが、最近になって、大阪港口の南港連絡橋（中央スパン 510 m・ゲルバートラス）の主部材に、80 キロ鋼の本格的採用が決まり、鋭意研究が進められている。

### 3. 構造における外的要求とその対応

鋼橋の構造形式に目を移すと、膨大な工事量を合理的に消化するために標準化が進められる一方で、橋梁に対する地形的、社会的な要求は最近ますます複雑化し、それに伴って、従来普通に考えられてきたものと異なった新しい構造様式も数多く出現するようになった。

このような中で、まず一般的傾向を見ると、ここ数年来上部構造として経済的な連続桁形式が大幅に普遍化したことがあげられる。これは、最近の基礎工の進歩と車両走行性の優位によってもたらされたもので、構造はプレートガーダーからトラス、アーチにまで及んでいる。連続箱桁によるスパンの長大化は、戦後西ドイツに始まって、現在世界的傾向にあるが、わが国でもプレートガーダーで 60 m、箱桁やトラスで 100 m を越す長大橋が続々と建設されている。表一に最近における連続形式での長大スパンの諸例を示す。

道路橋における合成桁はすでに常識化されているが、最近では鉄道橋においても合成桁の増加が著しい。合成桁鉄道橋は、単に鋼重節減のメリットだけでなく、腐食軽減、騒音防止にも有利であることから、東海道新幹線な

表一 連続構造長大スパン橋梁

形式	橋名	径間数	最大スパン (m)	摘要
I形プレートガーダー	名神木曾川橋	3	65.1	合成桁 プレストレッシング 鋼床版
	新十三大橋	3	90	
箱桁	東名浜名湖橋	4	140	鋼床版 鋼床版
	首都高速多摩川橋	3	132	
	オークランドハーバー橋	8	244	
トラス	中央線新桂川橋	3	130	
	天門橋	3	300	

表二 山陽新幹線の合成桁

スパン (m)	連数
19.9 以下	38
20.0 ~ 29.9	327
30.0 ~ 39.9	67
40.0 ~ 49.9	38
50.0 以上	20

注：構造物設計資料、1970.9, No. 23.

どにも採用されてきたが、現在建設中の山陽新幹線（新大阪一岡山間）には、実に 490 連、総延長 6 400 m が計画されている。これらのスパンは、最小 10 m から最大 57 m で、その内訳は表

一2 のとおりである。

曲線桁橋梁は、一般自動車道の発達と都市内高架道路の用地事情によってもたらされた最近の著しい特徴といえる。構造は、短スパンの場合、I形プレートガーダーの格子桁も使われるが、一般には、ねじり剛性の強い箱桁が多く採用される。高架道路では連続形式との併用によって、かなりの難カーブをも処理しているのが実状であり、特異なものとして、東両国インターチェンジにおけるごとく、スパン 100 m、曲率半径 80 m のカーブ桁を上方の他の桁から吊り下げた構造も出現している。さらに東名高速道路酒匂川橋では、初めてトラスに対する曲線の適用が試みられ、これは弦材の折曲げによって処理された。

ここ数年間、世界的に長大スパン用としては斜張橋、ニールセン型アーチ、パイプアーチなどの新しい構造が開発されたが、これらは、わが国でも逐次実現されて経済性および造形美の発展に寄与している。

ドイツで開発され隆盛をきわめたプレストレッシング併用連続合成桁は鋼重節減効果が大きく、わが国でも昭和 35~40 年頃さかんに架設されたが、現場の工期と工費が増大するため全体の経済性という面から衰退した。接合部の現場溶接も、これとまったく同様な理由から同じ経過をたどったが、欧米では最近の進歩した溶接技術を応用して、合理性の再開発が行なわれつつある。

### 4. 設計、施工における技術革新

すでに述べたような曲線構造や高次不静定の長大橋が大量に建設されている現状は、一に設計計算の大幅な自動化によるものといって過言でない。コンピューターを

用いて線形の決定、応力計算から部材断面を求めるまでの作業は過去7～8年の間に急速に発達し、現在では大部分の橋梁構造の解析がこれによって行なわれている。また、ここ一、二年は、さらに自動製図に対する開発が活発となり、一部ではすでに実用段階に入っている。

自動製図は、建設省土木研究所、国鉄構造物設計事務所を初め、民間会社でもプレートガーダーや箱桁などの単純なものからプログラム化されているが、複雑な構造については今後の開発に待たねばならない。自動設計用プログラムは、製作の初期工程、すなわち材料準備、けがき、切断、工事量の算出——工程計画などにも利用でき、その開発効果はきわめて大きい。最近、進歩的な一、二のファブリケーターが製作工程へ電算システムを導入しつつあることは、橋梁技術における一大変革の到来を示唆するものといえよう。

このようなトータルシステム化という大きな動きとは別に、個々の工程に対する合理化も地道に進められ、その努力によって製作工数は年々着実に低下してきた。今後なお飛躍的な技術革新を望むためには、数値制御その他の自動制御機器の導入を必要とするが、現状では、橋梁構造の多様性が、その発展をはばむ一因となっている。

溶接の自動化は、サブマージーク法の導入によって数10%の水準に達した。残された手溶接分野の合理化

表-3 大型ブロック架設の諸例

橋名	ブロックの形式	ブロック容積 幅(m)×長さ(m)	ブロック重量(t)	架設方法
東名浜名湖橋	箱桁	6×15	80	架設トラス
オークランドハーバー橋	箱桁	10×110	400	フローティングクレーン
両国橋	箱桁	9.8×85	320	フローティングクレーン
神戸大橋	二重床構造	17×40	540	フローティングクレーン
古座大橋	ランガー桁 全スパン	8.25×87	212	フローティングクレーン

策として、労務費の高いアメリカでは半自動方式の活用が意欲的であり、わが国では溶接棒の性能改善を利用する傾向が強かった。現在の課題は、両者をいかに調和させるかという点にある。

構造の大型化につれて、製作工場の設備が強化され、架設に大容量クレーンが使用されるようになったことも、施工面における最近のきわだった傾向としてあげなければならない。大ブロック架設は、数年前までもっぱら海外の技術とされ、国内では縁遠い存在であったが、最近では海上架設の社会的要求や、大資本の橋梁界への参加が、わが国にもその機運を盛りあげている。大ブロックによる最近の架設例を表-3に示した。

これらのほかにも、船舶を利用した架設が増加しており、また大型自走クレーンの発達によって、一般橋梁の架設も著しく工期が短縮されるようになった。

## 応用水文統計学

岩井重久・石黒政儀共著 A5/¥2500

本書は、わが国で最初の水文学・水文統計学を大成した専門書である。内容は極めて平易で計算例を随所に掲げて解説し、特に本邦各地の確率雨量分布は様々な水工計画に直ちに適用できる。

■主要目次 水文学・水文統計学概説 誤差論・最小2乗法の概説 母数・統計値と正規分布 水文資料抽出の分類法とそれらの相互関係 超過の確率と対数正規分布の解法 極値分布とその解法 指数分布とその解法 確率降雨強度式の算定法 本邦確率雨量分布図と降雨強度式算定法 ハイエットグラフとその算定法 流出量算定法概説 コアキシヤル・リレイション法 参考文献・図書

土木工学大成|全45巻 新刊

### 4 電子計算機の手法とその応用

大地羊三著 菊/¥2000

### 5 コンピュータによる橋梁と構造の振動解析

猪瀬寧雄監修・上原七司著 菊/¥1300

## 土木施工法

松尾友也編

A5/¥1800

新工法・新型機器の開発・出現などによる最近の土木技術の進歩は目覚しく、従来行なわれていた形式の土木工事を大きく変えた。この現況をふまえて、本書は現在工事の第一線で活躍している技術者20数名が、各自の専門分野を担当・執筆し、豊富な図面・写真・データによって最近の施工技術を詳しく解説した新進技術者・学生のための必読書。

■主要目次 基礎工 重機土工 岩石掘削 コンクリート工 トンネル 施工計画 参考図書

### 新土木設計データブック|全2巻

成瀬勝武ほか編 B5/上¥6000 下¥6500

### 土木施工データブック

成瀬勝武ほか監修 B5/¥7000

### 水工学便覧

沼田福三郎・本間 仁監修 B5/¥10000

森北出版

\* 図書目録・内容見本送呈——小社企画部 Q1係までご請求下さい。  
東京都千代田区神田小川町3の10 電話03-292-2601 振替東京34757