

# 橋梁設計上の最近の傾向について

福 田 武 雄

## まえがき

わが国の橋梁界も最近きわめて活況を呈してきた。昨年の暮には、当時としてはわが国最大支間 (110m) の上路アーチ橋の宮城県熊ヶ根橋 (写真一、2) が完成し

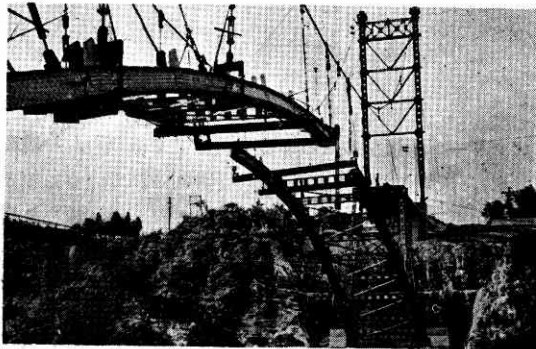


写真1 架設工事中の熊ヶ根橋 (宮地鉄工所製作架設)

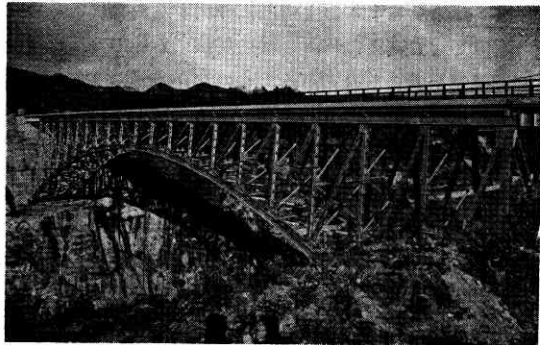


写真2 宮城県熊ヶ根橋  
(全長 138m 中央支間 110m, 幅員 6m)

本年5月にはわが国で最初に高張力鋼を使用した神奈川県相模大橋(写真-3)が完成し、最近にはわが国で最大



写真3 神奈川県相模大橋 (主桁に高張力鋼 St52 使用, 径間割: 45.6+5@57.76+45.6, 全長 381m, 幅員 9m, 日本鋼管鶴見造船所製作)

の支間のアーチ橋となる長崎県の西海橋 (伊の浦橋, 中央支間 216m, 写真一4, 5) が完成する。鉄道橋では3径間連続トラスである飯田線天竜川橋梁が完成し、東海道本線の富士川には、わが国としては最大径間 (63.5 m) の3径間連続の下路プレートガーダー橋が工事中である。このほかにも大阪府の鳥飼大橋, 岐阜の長柄橋, 静岡県掛塚橋等の長大橋梁が完成し、東京と千葉を結ぶ新しい京葉国道が江戸川を渡るところに高張力鋼使用の江戸川大橋の設計も一応は完了した。

このような橋梁の工事量の大小あるいは径間の長大さよりも、ここ2、3年の間に特にいちじるしく変化し発展したのは、橋の構造形式、設計および計算における進

第 7 卷

生 産 研 究 11 月 号

第 11 号

## 表 紙 研 究 解 説

西海橋 (4, 5 ページ参照)

橋梁設計上の最近の傾向について.....	福 田 武 雄	1
西海橋のスパン測量.....	丸 安 隆 和 大 島 太 市	5
架設応力の測定について.....	岡 本 舜 三 末 七 郎	9
全方向微風速計とその応用について.....	中 久 二 勝 田 高 司	11
トルクコンバータの伸線機への応用.....	後 藤 高 司 鈴 木 弘	17

## 研 究 速 報

蒸着ニッケル触媒による油脂の水素添加.....	浅 原 照 三 三 好 淑 子	23
-------------------------	--------------------	----

## 生 研 ニ ュ ー ス

24

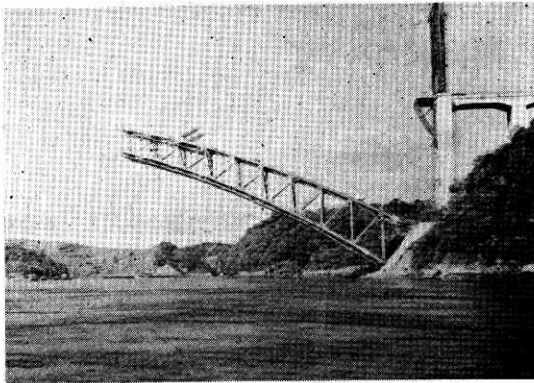


写真4 工事中の西海橋（伊ノ浦橋，横河橋梁製作所製作架設）

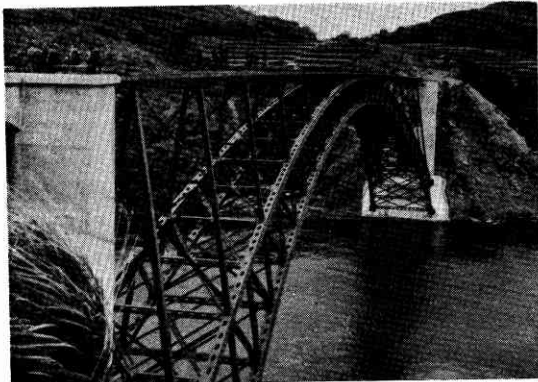


写真5 西海橋（伊ノ浦橋，全長 244.0m，中央支間 216.0m，幅員 7.5m）

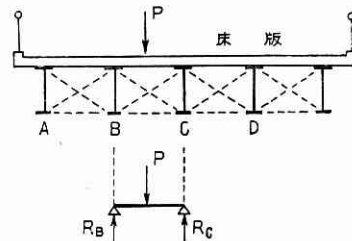
展である。たとえば、鉄筋コンクリートの引張鉄筋にあらかじめ張力を与えることによって、鉄筋とコンクリートとの特性をさらに十分に利用せんとするPSコンクリート桁の採用、鉄筋コンクリート床版とこれを支持する鋼桁とを一体のものとなるように構成する合成桁、大阪府の西条大橋で既に完成し、近くは熊本市代継橋、新潟県旭橋等において実現せんとする箱形断面の桁、いわゆる箱桁構造、山手線田端駒込間の中里跨線橋において実施されたような鋼床版、あるいは主桁、横桁、縦桁等を一体のものとして考える格子構造、いわゆる格子桁などである。そして、これらの構造形式に関する理論的研究あるいは実施橋梁についての各種の実測も方々の大学や研究機関の橋梁関係者によって着々と実施されるようになった。このような橋梁構成上の最近の傾向は、終戦後、文献や海外渡航者の見聞などによって、欧米とくにドイツにおける橋梁工学上の異常な進展の状況が判明するにつれて、わが国橋梁関係者一般の考え方が啓発されたことによるものである。

#### 荷重の配分について

最近の橋梁設計上の概念が旧来のそれにくらべてちがってきた点は、根本的に言えば、橋梁を形成する各部分をそれぞれ別個のものと考えずに、橋梁の各部分の相関

関係を研究し、この相関関係を利用するように、また各材料の特質を活用するように、合理的な理論的計算と有効適切な設計をする方向になったことである。このもっともわかりやすい例は、多数の桁に対する荷重配分に關する考え方と合成桁の考え方とである。

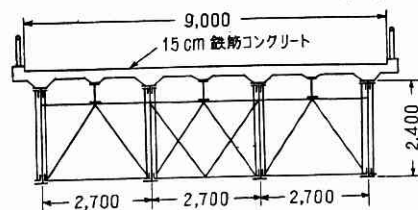
第1図のように数本の主桁をならべてその上に鉄筋コ



第 1 図

ンクリート床版をのせる構造では、従来は（むしろ現在でも）、床版がすべて主桁の上で切断されているものとして主桁に作用する荷重を算定する（たとえ床版それ自身は横方向の連続版として計算しても）。たとえば桁BとCとの間に荷重Pが作用する場合には、BとCとの間の床版を単純版と考えるとその両支点の反力 $R_B$ と $R_C$ を主桁に作用する荷重とするのである。もっとわかりやすく言えば、ある1本の主桁上に作用する荷重はその主桁のみによって支えられ、これに隣接する他の主桁は全然無関係だと考えるのである。この考え方があまりにも事実を無視し、不合理であることは、専門家でなくても誰でも容易にわかることである。実際には床版に横方向の剛性があるために、ある1本の主桁が荷重を受けて下方にたわめば、床版の剛性のために他の主桁もある程度はたわみ、したがってある程度の荷重を分担することは理の当然である。ましてや、通常の場合には、床版のほかに主桁間に点線で示すようなスジカイ（対傾構）が配置されるのが普通であるにおいておやである。

筆者が設計を指導した神奈川県相模大橋では、以上のことから考えて、第2図に示すように主桁間に十分な対



第2図 相模大橋横断面図

傾構を3mおきに配置し、この対傾構の剛性を考慮しての理論的計算の末、床版上の荷重はすべて4本の主桁に均等に配分されるものとして設計をした。相模大橋では、このことのほかに、高張力鋼をはじめで使用したこともあって、応力測定委員会が設けられ、架設中の各段階および完成後の応力、ヒズミ、振動などの各級の実地

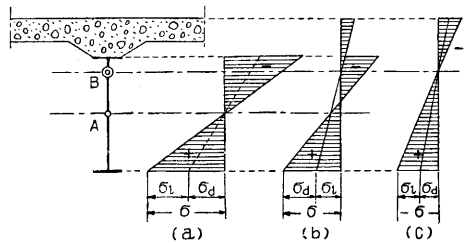
測定が行われたが、当所の岡本教授および久保助教授らの測定の結果、前記の荷重分配に関する筆者の考え方がまちがいはなかったことが実証された。

主桁のほかに横桁（さらに縦桁）がある構造では、いわゆる格子構造になる。格子構造については、20 年以上も前に筆者も研究したことがあり、終戦後のドイツにおいてはこれが盛んに研究せられて、既に実際の橋梁設計に採用せられている。最近わが国では京大成岡教授等によって理論的および実験的研究が熱心に行われ、すでに 2, 3 の橋に実施せられるようになった。このような傾向はきわめて喜ばしきことであるが、残念ながら、わが国の現状では、第 1 図のような考え方が主流であって、相模大橋のような考え方や格子桁構造などの橋梁を実現するには各方面からのかなりの抵抗を覚悟しなければならないのは悲しむべきことである。橋梁各部に対する荷重分配状況を基本とする橋梁の設計を一般化するためには、これに関する理論的研究のほかに、たとえば床版試験機などによって、床版、橋床組織、格子構造などの三次元的実験によって理論的結果を実証し、あるいは理論的には解明しがたい事項を研究する必要がある。

合成桁について

第 1 図のように主桁（または縦桁）の上に床版を支持する構造では、床版は主桁に支えられる横方向の連続版または単純版として設計し、床版は主桁の曲げこわさにはまったく協力しないと考えてきた。しかし、リベット構造の桁ではリベット頭の影響や鋼とコンクリートとの付着力の効果、さらに桁の上部に設けられるスラブ止めなどのために、鋼桁から床版の方にある程度の応力が伝達され、したがって、床版もある程度は主桁の一部として有効に作用する。この事実は最近行われた多くの実地測定によっても明らかにせられたところである。

この効果を積極的に利用するために、鋼桁の上部フランジ上に適当なジャーコネクター（ジベル）を付けてこれによって床版と鋼桁とが一体として作用するようにするのが合成桁である。このようにした合成桁では鉄筋コンクリート床版は主桁の圧縮フランジの一部となり主桁の曲げこわさをいちじるしく増大する。逆にいえば、同じ所要曲げこわさに対して、合成桁では鋼材の所要量がいちじるしく軽減される。この場合、コンクリートは張力には弱いが圧縮力には強いことが都合がよく、材料の特性をうまく活用するものといえる。第 3 図は合成桁の曲げ応力の分布である。(a) は非合成の場合で、主桁の曲げモーメントはすべて鋼桁だけで受持つ。これに対し (b) では、鋼桁を中間無支持で架設しその上に床版を設けるから、死荷重だけはすべて鋼桁で受持たれるが、床版が完成した後においては、活荷重を合成桁として受持つ構成である。この場合、鋼桁の死荷重応力は (a) と同様であるが活荷重応力は軽減せられ、総応力

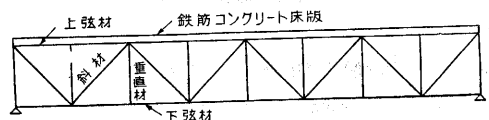


第 3 図 合成桁の曲げ応力

(a) は合成しない場合、(b) は活荷重に対してのみ合成、(c) は死活両荷重に対して合成した場合  $\sigma$  は (a) の場合よりいちじるしく小になる。(c) では、鋼桁を架設するときこれを中間で支持し、床版が完成してからこれをはずす構成であって、全荷重に対して合成桁として作用するから最も効果的である。(b) と (c) のいずれを採用するかは架橋条件によってきまるが、いずれにしてもこの合成桁工法は現在ではすでに常識的の工法になっている。しかしこの合成桁でも、コンクリートのクリープの問題、あるいは床版の横方向における応力の分布、主桁の圧縮フランジとして考えるべき床版の有効幅の問題等、床版試験機等によって研究すべき問題が数多く残されている。

合成トラス

合成桁はすでに一般化したしたが、この考え方をトラス構造に活用した例がまだないのは不思議である。トラスでは、周知のように、上弦材は圧縮材になり下弦材は引張材になる。したがってトラスの上部に橋床を造るいわゆる上路トラス橋では、橋床の鉄筋コンクリート床版を上弦材の一部として有効に活用できるわけである。(第 4 図) それで筆者は新潟県中宿橋の設計に際して、この考

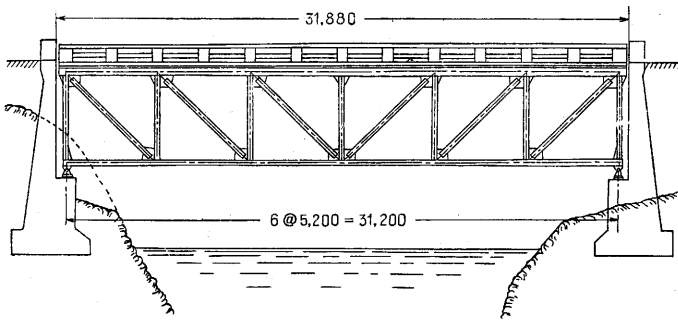


第 4 図

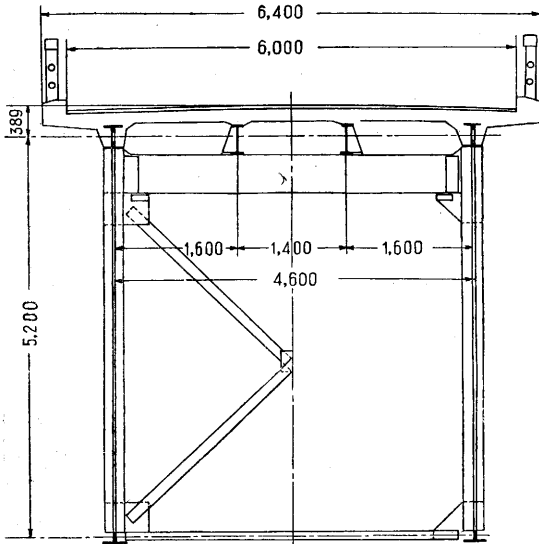
えにもとづいて合成上路トラス橋を設計した(第 5, 6 図)。この橋は足場で支持せず架設することにしたから、死荷重はほとんど全部鋼トラスによって受持たれ、鉄筋コンクリート床版が完成してからの荷重(活荷重、雪荷重、舗装や高欄等の死荷重等)が合成トラスによって抵抗される。合成トラスと言っても、上弦材だけがいわゆる鉄骨コンクリート構造になるのであるから、トラスの下弦材、斜材、垂直材の応力は通常のトラスとまったく変化がない。問題は上弦材である。上弦材に作用する応力はつぎのように分けられる。

鉄筋コンクリート床版が完成する以前:

- (1) 死荷重による応力(軸方向圧縮応力)
- (2) 上弦材が直接に支持する床版等の中間荷重による



第5図 新潟県中宿橋側面図



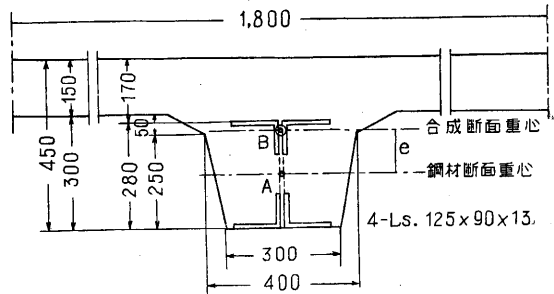
第6図 中宿橋横断面図

曲げ応力

鉄筋コンクリート床版の完成後:

- (3) 付加死荷重および活荷重, 雪荷重等による軸方向圧縮応力
  - (4) 上記の軸圧力は第7図において鋼材断面の重心Aに作用し, これが合成断面の重心Bから偏心することによって生ずる曲げ応力
  - (5) 上弦材に作用する中間荷重による曲げ応力
- このうち(1)と(2)との合応力に対しては鋼材上弦材の座

屈を考慮しての許容応力をとらねばならないが, 鉄筋コンクリート床版完成後は第7図のように鋼材がコンクリート中に埋込まれ鋼材の座屈の心配はないから, (1)ないし(5)の全応力に対しては鋼材の短柱としての許容応力をとることができ, はなはだ有利になる. しかも(4)の曲げ応力は(2)および(5)の曲げ応力と符号が反対であって, これらと相殺する傾向のものであるから, この点においても好都合になる. これらの結果, 上弦材の鋼材断面積は, 非合成の普通のトラスの場合にくらべていちじるしく小になる.



第7図 中宿橋の上弦材標準断面

さらに第7図の構造では縦桁の所要数が減じ, また鉄筋コンクリート床版が上弦材に作用する風荷重その他の横荷重に十分に抵抗するから, 上横構を省略することができる. 以上のことが重合して, 合成トラスにすれば鋼材の所要量をいちじるしく減少することができる. 中宿橋の場合には, 普通の設計では橋面 1m<sup>2</sup> 当りの鋼重が 220kg 程度であるのに, 第5, 6, 7, 図の合成トラスでは 171kg に減少した. 約 23% の鋼材の節約である. なお中宿橋は宮地鉄工所によって製作架設されることになっている. (1955. 8. 30)

表紙写真

西海橋のアーチの上方より橋軸方向に見た写真, 十字は対傾構であり, 上部に橋床組織が見られる.

生産技術研究所報告第5巻第4号予告

坪井善勝・秋野金次著 (英文) 「Design and Construction of Reinforced Concrete Spherical Shell Structure of Non-uniform Thickness Supported on Roller System (ローラ支持した鉄筋コンクリート造変断面球殻の構造設計とその施工)」

日本で最大の殻構造である松山県民館の構造設計について述べ, 現場の工事管理を行った結果を集計し報告してある. 構造設計については球型殻の種々なる荷重状態 (自重, 地震, 温度応力, 開口の影響) の解法を一つのまとまった形で示し, 「自重に対しては変断面の場合 (周辺のテンション・ソングが殻の一部を形成している場合) の計算法を述べ, 「殻からの thrust を下部構造に伝わらせないための方法, すなわちローラ支持の可能なることを実証した. また現場報告は今後の殻構造施工における一資料となるであろう.