

## 鉄道橋の橋梁形態の変遷

佐々木 秀弥<sup>1)</sup> 稲村 和彦<sup>2)</sup> 幽谷 栄二郎<sup>3)</sup>

明治7年に神戸～大阪間で鉄道が開通し、武庫川橋梁のほかにイギリスから輸入した錬鉄製トラス橋が架設されて以来125年の年月が経過した。その間わが国における鋼橋の発達はめざましいものであった。特に戦後の昭和30年以降は高度成長期となり、鉄道は東海道新幹線の建設に始まり、在来線の輸送力の増強と相伴って複線化工事が盛んになり、さまざまな構造形式の鋼橋が架設された。

本文では鉄道橋に関して、特徴的な形式の橋、プレートガーダー、トラス、合成桁およびアーチ系橋梁などをとりあげ、橋梁形態変遷の概要を紹介する。

キーワード：鉄道橋，鋼橋，錬鉄，技術史，明治～平成期

### まえがき

わが国の鉄道橋の歴史は、明治7年にイギリスから輸入した70ft格点ピン結合のポニー形ワーレントラスである武庫川橋梁（写真-1）の架設によって始まった。もともと初期の橋は錬鉄製であり、鋼が採用されはじめたのは明治23年頃であった。

橋の材料の変遷は、まず錬鉄から鋼へ、また、リベット接合用鋼材から溶接用鋼材へ移り、強度も40キロ級から50キロ級あるいは58キロ級の高張力鋼が使用されるようになった。現場接合方式もリベットから高力ボルト、また、一部には溶接も用いられている。このように溶接構造用鋼材の発達と溶接や高力ボルト接合など接合法の発達、あるいは溶接工法の進歩などが構造形態の変遷に大きな役割を果たしている。

溶接桁は従来のリベット桁に比べ軽量で、かつ断面の構成が容易で外観がシンプルという利点があり、現場接合に高力ボルトが使用されることと相まって、東海道新幹線の建設以来多く採用されるようになった。

橋の構造形式もプレートガーダー、トラスという一般的な形式から、戦後はプレートガーダーの

適用スパンも長大化し、構造もボックス断面、鋼床版構造、鋼とコンクリートとの合成構造の採用などと大きな変遷がなされている。図-1は鋼橋の形式と適用スパンとの変遷を示したものであるが、特に昭和30年以降はスパンの長大化の傾向が見受けられる。また、昭和初期に入り、アーチ系やラーメンなどの構造理論の進歩とともに不静定構造物が相次いで出現し、特にラーメン橋は市街線の高架橋に採用されている。

本文では、最も技術的な発達が顕著であると思われる鋼鉄道橋に関して、特色あるものについては社会的適用性などの要因から考察を加え、橋梁形態の変遷について概要を報告する。

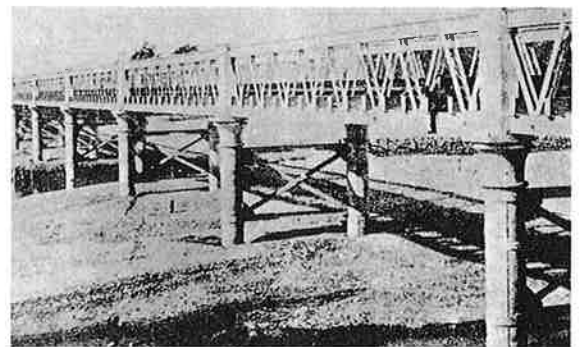


写真-1 武庫川橋梁（わが国最初の錬鉄製鉄道橋、イギリスから輸入、明治7年架設）  
（出典：「日本の橋」日本橋梁建設協会編，朝倉書店，1984.6）

1) 元 東京橋梁営業部 2) 橋梁設計部次長 3) 橋梁設計部東京設計一課

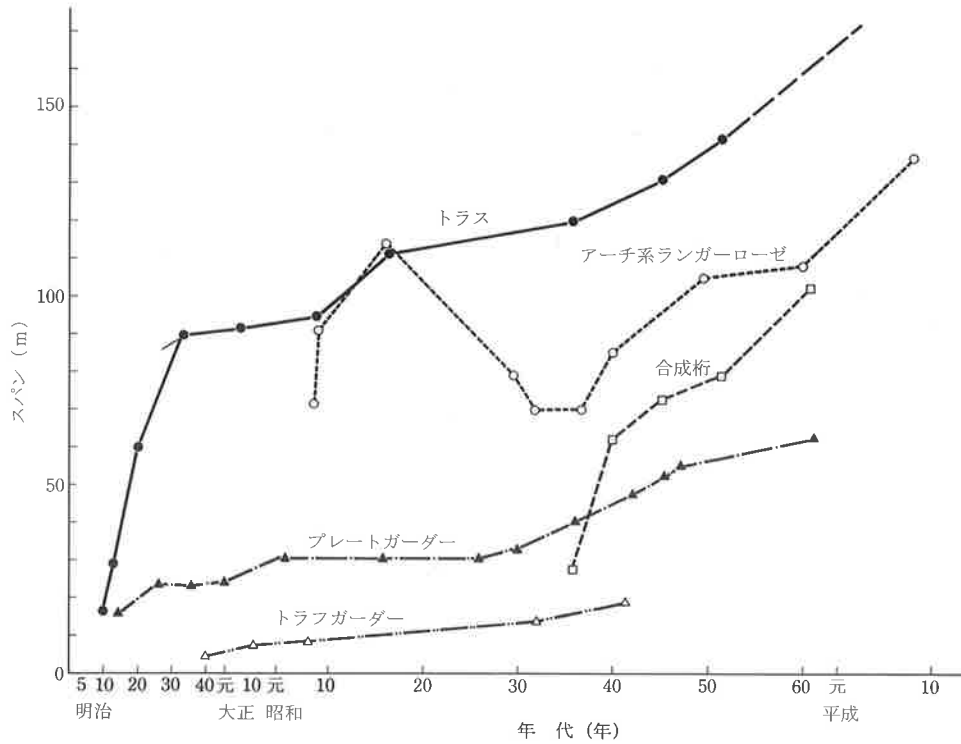


図-1 鋼橋の構造形式とスパンの変遷

### 1. 錬鉄・鋼橋の構造

明治3年鉄道寮という役所が設置され、外国人技術者を雇い入れて鉄道の建設が開始されたが、明治初期の鉄道開業当時の橋梁はすべて木造であったといわれている。

鉄道橋の歴史は前述のとおり錬鉄製のポニーワーレントラスの架設で始まった。続いて明治9年に大阪～京都間が開通し、この区間の諸橋梁に初めて錬鉄製のプレートガーダーが用いられた<sup>1)</sup>。明治初期の橋梁は錬鉄製で平形、山形などの断面を素材としたリベット集成のプレートガーダーやトラスであり、標準設計による標準桁（定規桁あるいは達桁ともいう）が一般的に用いられた。トラス橋は明治7～30年頃はイギリス系、明治20～30年頃は九州地区にドイツ系、明治35年～大正初期はアメリカ系のものが輸入された。写真-2, 3および4はそれぞれ代表的なイギリス系、ドイツ系およびアメリカ系のトラス橋である。

#### (1) プレートガーダー

標準桁という名称は明治30年頃から用いられ、幾度も更新されている。鉄道創設時から明治25年頃までは作錬式鉄桁、続いて明治35年頃までの約10年間は作30年式の鋼製鉄桁が用いられた。もっとも北九州地区の一部にはドイツのハーコート会

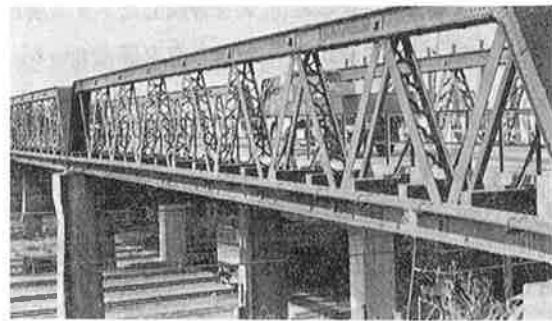


写真-2 イギリス系トラス橋（ポニー型）

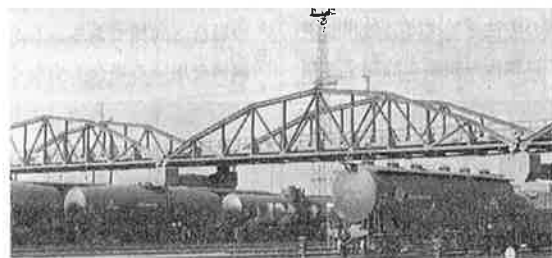


写真-3 ドイツ系トラス橋（ポストリング型）



写真-4 アメリカ系トラス橋（シュエドラー型）

社製の鋳桁が輸入されたが、鍛鉄製の弱小桁であったため早期に取替えられている。

明治 30～35 年頃は、社会の進展とともに鉄道事業も発展して物資や輸送力の増大のため、各地の鉄道会社独自の形式の標準桁を保持するようになった。明治39年鉄道国有化とともに、明治42年達680号の標準桁が作られ、活荷重クーパ E33で設計された。大正 8 年には 680 号標準桁の端補剛材の改良と、平面支承形式から鑄鉄沓を用いた線支承形式の構造に改められて、達 540 号の標準桁が公布された。続いて大正 9 年には活荷重クーパ E40 用の定規・標準桁が公布された。

鉄道橋の過半数はプレートガーダーが採用されているが、技術の進歩発達に伴って構造物の設計や製作の方法は順次改善されている。各時代の橋桁構造は当時の標準桁に代表されるが、鉄道橋で大正期までに制定された主な標準桁は表-1に示すようなものがある。これ以外の鋼桁は、現場の条件に基づきその都度設計されているが、構造は各時代の標準桁に準じたものである。

表-1 鋼橋の形式別標準桁の例

桁種類	形式	制定(年)	支間(ft)	設計活荷重	備考
上路プレートガーダー	作 錬 式	明治18～22	12～70	6t軸重 ×3	鑄鉄, ポーナル型
	作 30年	明治 30	15～80	44t機関車×2	ポーナル型に床版付
	作 35年	明治 35	20～80	77t機関車×2	米国型
	達 680	明治 42	20～80	E 33	
	達 540	大正 8	18～80	E 33	以後鑄鉄シュー使用
	達 94	大正 9	20～80	E 40	
下路プレートガーダー	達 59	明治 41	20～50		端横桁付
	達 123	明治 43	20～80	E 33	端横桁付
	達 16	大正 6	20～80	E 33	
	達 74	大正 9	25～70	E 40	以後鑄鉄シュー使用
トラス	ポーナル型	明治18～28	100, 150, 200		下路ピン結合
	ボーストリング型	明治20～25	100, 150, 200		下路ピン結合
	クーパー型	明治31～36	100, 150, 200, 300		上下路ピン結合 100ftはリベット結合
	鉄道院型	大正	100, 150, 200, 300	E 33, 40	上下路リベット結合 300ftは下路ピン結合

(2) トラス

トラスを大別してピン結合とリベット結合構造に分類される。ピントラスは明治 7 年にわが国で始めて用いられてから、イギリス人ポーナル氏により多数のイギリス製トラスが設計、架設されている。明治 30 年以降には、アメリカ人クーパー氏により東海道線の線増用および官設鉄道用としてアメリカ系ピントラスの基本型が生まれたが、

明治末期から大正初期以降はリベット結合構造に改められ、設計荷重も E33, E40 および E45 となっている<sup>2)</sup>。

1) ポーナル型トラス (イギリス系)

ポーナル型トラスはイギリスから輸入されたものである。その主な形式には 100ft ポニーワーレントラス, 150ft ダブルワーレントラスおよび 200ft ダブルワーレントラスなどがあり、材質は全て鍛鉄製のものである。

100ftポニーワーレントラスは明治9年以降に、大阪～京都間の橋梁に初めて架けられてから、順次東海道線, 日本鉄道会社線 (主に東北本線) に盛んに架設された。150ftダブルワーレントラスは、明治28年に架けられたが、200ftトラスを縮小したものであり、トラスの耐荷力はKS-6相当のものであった。

200ftダブルワーレントラスは明治19年に東北本線利根川橋梁に架けられ、次いで明治20年には東海道線長良川橋梁などに多数連架けられた。これ以降のトラスには鋼鉄が使用されるはじめ、腹部材には鍛鉄を用いた混合トラスが製作されるようになった。

2) ボーストリング型ピントラス (ドイツ系)

ボーストリング型ピントラスは明治 23 年以降、九州鉄道会社がドイツのハーコート会社から輸入したものであり、100ft, 150ft および 200ft の 3 種類のトラス橋が架けられた。

3) クーパー型ピントラス (アメリカ系)

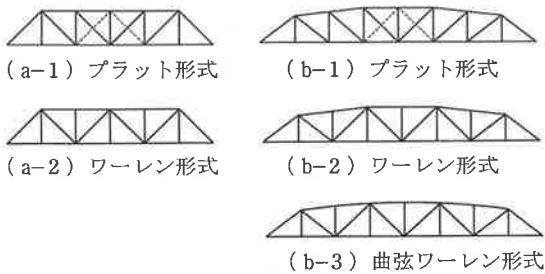
明治30年アメリカ人クーパー, シュナイダー両氏に委嘱してクーパー型ピントラスの標準トラスの設計が行われた。その設計は単線上路トラス 100ft, 150ft および 200ft(バルチモア型), 単線下路トラス 100ft, 150ft, 200ft(シュエドラー型) および 300ft(ペチット型), 複線下路トラス 100ft および 200ft 用のものがあつた。いずれもプラット型であり、径間 100ft のみリベット結合, その他のトラスはピン結合トラスである。上弦材および垂直材は箱型断面とし, 下弦材および斜材には主としてアイバーを用い, 上弦材との添接は突き合せ接合とし, 差込式と比較して経済的な設計であつた。

4) ピン結合トラスからリベット結合トラスへ

明治43年以降の設計ではピン結合構造がリベット結合構造に改められた<sup>3)</sup>。トラスの形式は図-2(a-1) および (b-1) に示すプラット形式が当

初用いられたが、大正4年の新設計では、ワーレン形式に変更されている。

初期の曲弦ワーレントラスは図-2(b-2)の構造であったが、大正14年には上弦材を格点ごとに曲げる構造に改められ、外観的にも優美な形となった(図-2(b-3))。当時スパン62m以上のトラスは曲弦が有利とされていたが、昭和9年にKS-12でスパン62.4mの平行弦トラスが曲弦トラスとほとんど同等の重量で設計された事例があり、以後同等スパンのトラスでは、KS-15やKS-18のものでも平行弦トラスが使用されるようになった。



- ①明治末期、プラット形式ピントラスはリベット結合トラスに変更(a-1, b-1)
- ②大正4年、ワーレン形式に変更(a-2, b-2)
- ③大正14年、曲弦ワーレン形式に変更(b-3)

図-2 リベット結合トラス形式の変遷

## 2. 接合法と鋼材の変遷

明治30年代錬鉄の時代から鋼の時代へと移り、昭和30年代に入り溶接の採用が進むまでは、40キロ級の構造用鋼(SS39A, SS41)を用いたリベット接合の時代であった(文献1)。溶接の採用は昭和6年より既存桁の補強方法として始まったが、昭和10年には当時溶接桁として世界最長のスパン53m(橋長134m, ゲルバー型ガーダー, 溶接構造)の田端跨線道路橋(現在, 田端ふれあい橋, 歩道橋に再生)が建設されている。

鉄道橋としての全溶接鉄道橋は、昭和16年可部線にKS-12でスパン7.2mのI形断面桁の試用に始まった。第二次世界大戦による中断の後、昭和26年頃より橋梁床組への部分的な採用を経て、同30年には3径間連続トラス橋およびスパン34.0mの上路プレートガーダーの工場製作に全溶接を採用している。

昭和27年に溶接構造用圧延鋼材(SM41, SM41W)のJIS規格が制定された。しかし、当時は溶接

用鋼材は特殊材と考えられ、入手が困難であった。昭和32年にはSM材を対象とした溶接橋の設計示方書が制定され、昭和35年にはSM50材をとり入れて改訂された。さらに、昭和45年には設計標準が制定され、SM58材が加えられた。溶接構造は急速に増加したが、上路プレートガーダーは、マクラギを直接支持する部分である上フランジと腹板との溶接部に対する懸念から、当初は図-3(a)のようなリベットとの混用構造が昭和30年頃に作られた。また、図-3(b)のように斜め側板を付けた構造も用いられた。しかし、その後模型実験などの試験結果により、1966年上路プレートガーダー標準設計では図-3(c)のように上フランジと腹板との首溶接部をK形溶接としたディテールが採用されている<sup>4)</sup>。

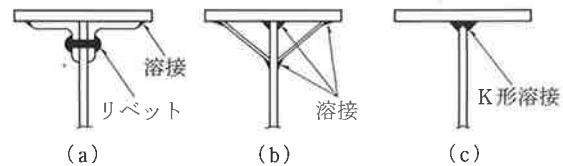


図-3 溶接上路プレートガーダーのフランジ取付形式

耐候性鋼材は昭和34年頃から、床組張板への使用から東海道新幹線トラス橋の床組縦桁(溶接構造)に採用された。また、腐食環境の厳しい箇所の橋梁などでは、主要部材にも耐候性鋼材を使用した例がある。耐候性鋼材の許容応力度は始めSM50材と同様であったが、降状点 $36\text{kg/mm}^2$ が保証されていることからSM50Yと同等に使用した橋梁もある。

## 3. 溶接橋の構造

### (1) プレートガーダー

プレートガーダーの標準的なスパンの形状は2主桁のI形断面であるが、スパンの増大とともにボックス形断面が用いられている。ボックス形断面はリベット構造時代にもすでに採用された例があるが、溶接構造の採用とともにボックス形断面の使用が多くなった。なお、ボックス形断面の主桁は図-4(a)のようなリベットと溶接を併用した例(スパン19.2m, 昭和31年)があるが、一般的には図-4(b)の形状である。長大スパン(スパン36.4m, 昭和41年)になると図-4(c)のような台形として、桁の安定および剛性を保持し、マクラギ

の固定間隔は通常の桁と同様とした例もある。

また、一般的な合成桁は図-4(d)の2主桁であるが、スパンが長くなると図-4(e)のようにU形断面の鋼桁を用い、コンクリート床版によってボックス形断面を形成する形式もある。図-4(f)のボックス形断面合成桁は一般にスパン40m以上の橋梁に用いられている。

プレートガーダーのスパンは50キロ鋼の採用、ボックス形断面桁の採用、大型部材の運搬・架設が可能となったことからスパン長大化の傾向となった。新幹線の建設では40~60m級の橋梁にプレ

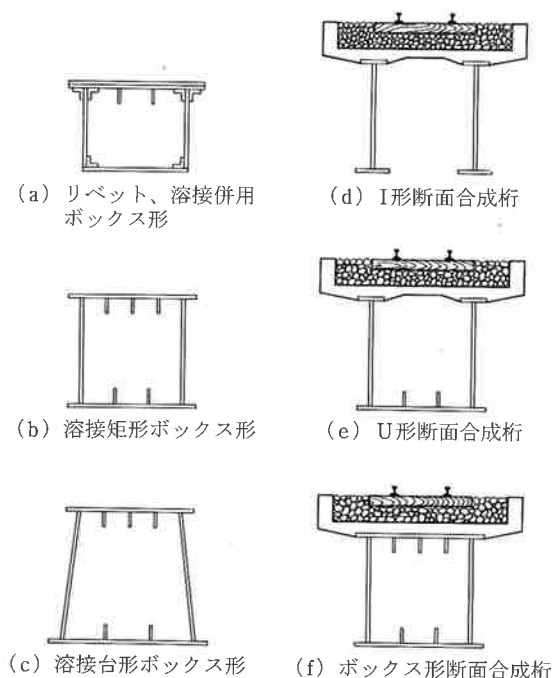


図-4 上路プレートガーダー形式の種類

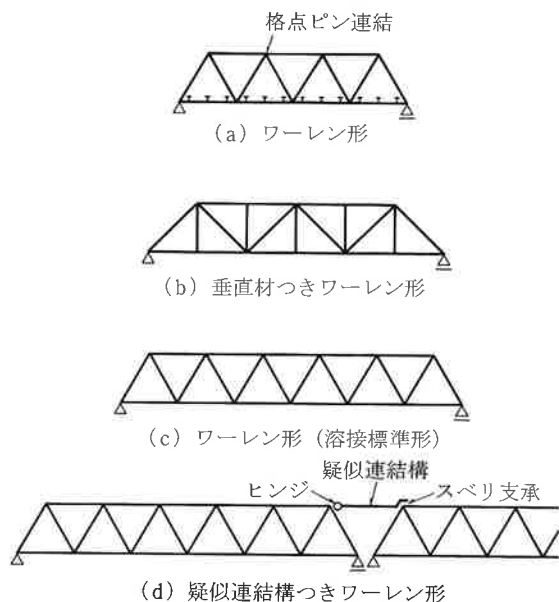


図-5 下路トラス形式の種類

ートガーダーが採用され、スパン60mでは複線1ボックス形の合成桁が架設された。

## (2) トラス

初期のトラス形式は図-5(a)のようなワーレン形式であった。その後、垂直材を有するワーレン形式(図-5(b))、ペチット、バルチモア、シュエドラー、ボーストリング、プラットなどのトラス形式が多く用いられた。そして、昭和30年飯田線天竜川に架設されたトラス橋以後、垂直材のないワーレントラス(図-5(c))が溶接下路トラス橋の標準的な形式となった(写真-5)。

なお、橋梁の景観を特に重視する場合には、図-5(d)のようにトラス端上弦材間に疑似連結構を設けて、桁の連続性を強調した例がある。また、東北新幹線猿ヶ石川橋梁には3径間連続上路トラス橋が架設された(写真-6)。これはトンネルと平坦地との渓谷に架けられたトラス橋であり、景観的にも優れた橋梁の例である。

## (3) 道床式鋼床版プレートガーダー

道床式橋梁の床には昭和30年当時までの長期間に亘ってバックルプレートが用いられてきたが(図-6(a))、それ以降は、これに代わって縦横にリブを溶接して補剛された鋼床版が多く作られ



写真-5 東海道新幹線 相模川橋梁  
(3径間連続下路ワーレントラス橋、  
スパン  $3 \times 60.0 = 180.0\text{m}$ )



写真-6 東北新幹線 猿ヶ石川橋梁  
(3径間連続上路ワーレントラス橋、  
スパン  $49.4 + 60.0 + 49.4 = 158.8\text{m}$ )

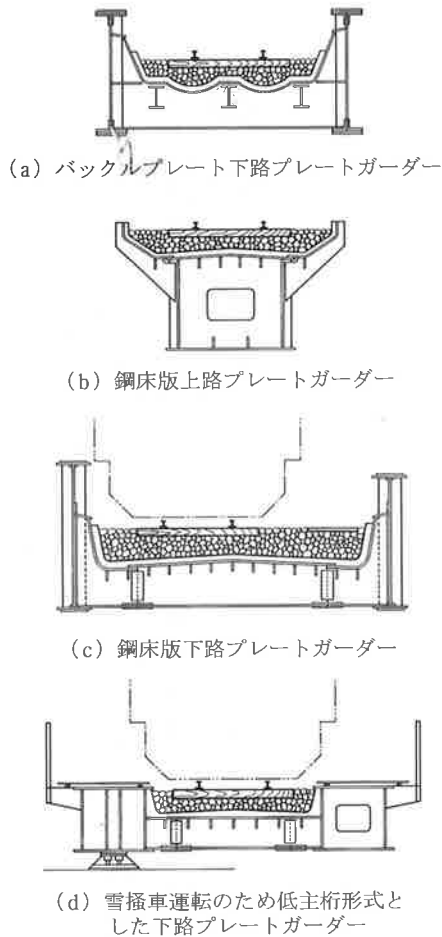


図-6 道床式鋼床版プレートガーダー形式の種類

るようになった。鋼床版プレートガーダー桁はレール位置から桁下端までの寸法が厳しく制限される道床式橋梁では有利であり、また、剛度が高く防水性のよい構造である。

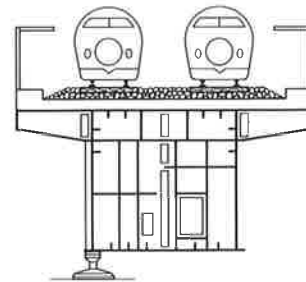
東京駅電車線用下路プレートガーダー（スパン8.5m, 14.2m, 昭和32年）では、縦リブに等辺山形鋼を溶接した鋼床版が用いられた。続いて、東京駅の中央線下路プレートガーダー（スパン13.0m, 18.5m）には、縦リブとしてプレートを溶接した鋼床版桁が架設されている<sup>5)</sup>。昭和35年当時から、道床式上路プレートガーダーにも鋼床版が用いられるようになり（図-6(b)）、下路プレートガーダーでは軌道保守用通路を桁内側に設けた鋼床版構造が用いられた（図-6(c)）。また、新幹線の道床式橋梁には鋼床版プレートガーダーが多く採用されている。

(4) 経済性と騒音軽減に適した合成桁

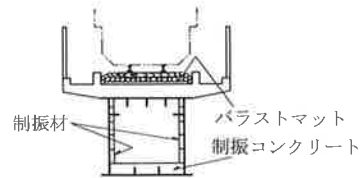
鋼桁とコンクリート床版とが一体として作用するように設計した合成桁は、経済性を図った構造

であり、昭和30年頃には道床式橋梁として在来線の橋梁に採用され始めている。また、鉄道橋では騒音対策上からも有利な構造として、長大スパン橋梁に対しても単純合成桁が採用されている<sup>6)</sup>。東北新幹線荒川橋梁（スパン86.6m 図-7(a)）はコンクリート床版の合成桁であるが、東北新幹線新河岸橋梁（スパン102m）はコンクリートの発生応力を考慮して特に非合成桁としている。

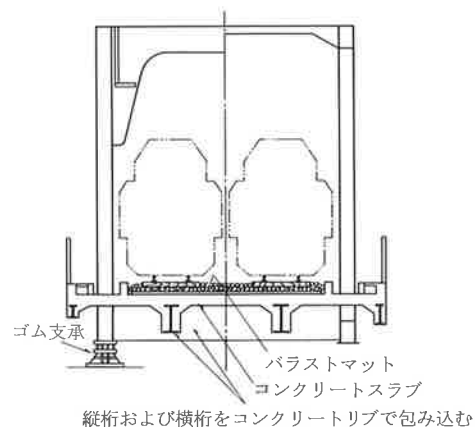
騒音軽減の対策を施した合成桁には、鋼桁の内部に制振材やコンクリートを貼り付けた構造がある（図-7(b)）。トラス橋では、コンクリート床版により閉床構造とし、さらに、縦桁および横桁部材をコンクリートで包み込む構造とし、騒音軽減の効果をあげている（図-7(c)）。



(a) 長大スパン合成桁の例



(b) 合成桁の主桁を制振した例



(c) 騒音対策を施した鋼トラス橋の例

図-7 合成構造を採用した鋼橋の種類

(5) アーチ系, ランガー, ローゼ

鉄道橋のアーチ系橋梁には, 2ヒンジ上路バランスドアーチ, タイドアーチ, ランガー, ローゼ形式など上路および下路形式合わせて約25橋が建設されている。

初めてのアーチ橋は九州高森線(現在の南阿蘇鉄道)のバランスドアーチ(中央スパン91.44m)である。これは大正14年に設計され, 当時わが国で最大級の橋梁であった。その後, 昭和7年に総武線松住町架道橋のブレースドリブタイドアーチ(スパン71.96m)およびわが国初のランガー橋である隅田川橋梁(中央スパン96.0m)が架設された(写真-7)。

戦後の昭和20年代末には3橋のランガー橋すなわち多々良架道橋, 豊洲橋梁(写真-8), 天竜川橋梁が架けられた。昭和35年には大阪環状線安治川橋梁(中央スパン120m)にランガー橋が建設された。しかし, 昭和31年から46年にかけて設計されたアーチ橋はすべてローゼ形式が採用されており, その設計諸元は表-2のとおりである<sup>7)</sup>。

スパン100m未満の場合, ランガー形式では上弦材アーチの格点での折れが目立ち, また軸力を受けるアーチ部材が細く弱々しい感じを受ける。これに対してローゼ形式はアーチと桁との断面を自由に選定することができ, 表-2の設計例ではアーチの腹板高は桁に対し35~50%の高さである。写真-9に東海道新幹線第2六番町架道橋のローゼ橋を示す。

昭和60年代に入り, 山陰本線の付け替え工事で保津川の美しい峡谷にふさわしい5橋のアーチ系橋梁が架けられた。これらは中路ローゼ桁が1橋, 上路ローゼ桁が4橋である。また, 平成9年には山梨リニア実験線の小形山架道橋にニールセンローゼ桁(スパン136.5m)が建設された。これから



写真-7 総武線 隅田川橋梁  
(下路ランガー橋, 昭和7年架設)



写真-8 東京都専用線 豊洲橋梁  
(下路ランガー橋, 昭和28年架設)



写真-9 東海道新幹線 第2六番町架道橋  
(下路ローゼ橋, 昭和39年架設)

は景観性がよく, 長大スパンに適したアーチ系橋梁が鉄道橋を代表するものと思われる。

4. わが社で製作した主な鉄道橋

わが社で製作した鉄道橋は, 昭和25年におけるリベット構造の上路プレートガーダー3連が最初である。そして, 平成11年度までの50年間における製作件数は約620連, 重量が約63,000tf(工事経歴書による)である。橋梁の形式別では下記のとおりであり, トラス橋の製作実績は約30%を占めている。

- ・プレートガーダー: 約500連, 約35,000tf
- ・トラス : 約70連, 約19,000tf

表-2 下路ローゼー橋の設計諸元

年代 (昭和)	橋梁名	線名	軌道数	支間 (m)	ライズ (m)
32年	晴海橋梁	東京都専用線	単線	58.8	9.0
39年	桜木町橋梁	京浜東北線	複線	67.2	10.8
	第3桜木町橋梁	京浜東北線	複線	45.0	8.0
	馬込架道橋	東海道新幹線	複線	85.2	14.4
	第2六番町架道橋	東海道新幹線	複線	85.2	14.4
42年	第3三河島架道橋	常磐・貨物線	単線	68.0	10.0
48年	高速一号架道橋	東海道貨物線	複線	68.0	11.5
54年	高速一号架道橋	大井埠頭新幹線	複線	68.0	11.5

表-3 わが社で製作した主な鉄道橋

製作年月	橋 梁 名	線 名	場 所	発注者注)	型 式	軌道数	支間 (m)	重量 (tt)
昭和 51 年 6 月	第一北上川橋梁	東北新幹線	岩手県	国 鉄	下 路 ト ラ ス	複線	90.0	2 × 836
53 年 8 月	盛岡こ線線路橋	〃	〃	〃	合 成 桁	〃	3 × 45	242
54 年10 月	〃	〃	〃	〃	合 成 桁 受 桁 付	〃	3 × 32	437
59 年 2 月	王 子 高 架 橋	〃	東京都	〃	合 成 桁	〃	70.0	706
59 年12 月	江 戸 川 橋 梁	京 葉 線	〃	鉄建公団	下 路 ト ラ ス	〃	75.0	1,005
60 年 2 月	利 根 川 橋 梁	両 毛 線	群馬県	国 鉄	上 路 ト ラ ス	〃	88.0	523
60 年 7 月	安 座 川 橋 梁	磐 越 西 線	福島県	〃	〃	単線	72.0	134
61 年 6 月	都 計 道 架 道 橋	北 総 線	千葉県	鉄建公団	連 続 部 分 合 成 桁	複線	2 × 36	188
61 年 7 月	夢 の 島 架 道 橋	京 葉 線	東京都	〃	上 路 プ レ ー ト ガ ー ダ ー	〃	51.7	375
61 年10 月	大 屋 川 橋 梁	山 陰 本 線	兵庫県	国 鉄	下 路 ト ラ ス	単線	79.4	263
61 年12 月	〃	〃	〃	〃	〃	〃	52.8	159
62 年 3 月	第 3 保 津 川 橋 梁	〃	京都府	〃	方 杖 ラ ー メ ン	複線	110.0	606
62 年 5 月	早 瀬 沢 橋 梁	鷹 角 線	秋田県	鉄建公団	下 路 ト ラ ス	単線	62.4	128
62 年 6 月	呉 服 橋 架 道 橋	東北新幹線	〃	国 鉄	合 成 桁	複線	42.3	365
平成 元年 4 月	秋 山 架 道 橋	北 総 線	千葉県	鉄建公団	〃	〃	36.0	143
4 年 7 月	営 団 地 下 鉄 線 路 橋	臨 海 線	東京都	〃	〃	〃	52.7+19.7	392
6 年 6 月	犀 川 橋 梁	北 陸 新 幹 線	長野県	〃	下 路 ト ラ ス	〃	68.0	358
11 年 3 月	大 場 川 橋 梁	常 磐 新 線	埼玉県	〃	合 成 桁	〃	67.7	425

注) 国鉄：日本国有鉄道，鉄建公団：日本鉄道建設公団

- ・合成桁 : 約 30 連, 約 8,500tf
- ・駅ビル鉄骨

最近の約25年間にわが社で製作した主な鉄道橋を表-3に示す。これらは以下のような新しく開発された構造形式の橋梁である。

- ① 鋼直結式軌道橋梁
- ② 耐候性鋼材の無塗装橋梁
- ③ 道床式鋼床版橋梁
- ④ 長大スパン複線1ボックス桁
- ⑤ 馬桁付2径間連続部分合成桁

これら橋梁の製作にあたっては、溶接施工試験などを実施し、製作要領の確認を行って慎重な製作を実施している。

### あとがき

ここでは、鋼鉄道橋の歴史に関する文献を収集し、橋梁形態の変遷について紹介した。

溶接接合と高張力鋼材の開発により橋梁の適用スパンの長大化が図られ、特に鋼とコンクリートとの合成構造に技術的開発がなされたことは、大きな成果であると考えられる。これからの鋼鉄道橋については、鋼構造の特徴である軽量で高度にプレハブ化ができることを生かし、また、騒音の低減できる鋼材や低振動金属板を構造本体に用いた構造などの研究が望まれる。

終わりに、本文をまとめにあたりご意見や資料のご提供をくださった皆様方には大変お世話になり、感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 久保田敬一：本邦鉄道橋梁ノ沿革ニ就テ，業務研究資料，第22巻，第2号，鉄道大臣官房研究所，1934.1.
- 2) 西村俊夫：国鉄トラス橋総覧，鉄道技術研究資料，第14巻，第12号，1957.12.
- 3) 日本国有鉄道：鉄道技術発達史，第2編 施設，1959.1.
- 4) 土木学会：日本土木史（昭16～昭40年），pp.620-638，1973.4.
- 5) 友永和夫：新しい鉄道橋，土木学会昭和33年度夏期講習会パンフレット，1958.8.
- 6) 土木学会：日本土木史（昭41～平2年），pp.1333-1340，1995.7.
- 7) 田島二郎：下路ローゼ桁鋼鉄道橋，鉄鋼技術，1994.1.