

(22) 新形式鉄道高架橋の開発（その3）

(財) 鉄道総合技術研究所 構造物技術開発事業部 正会員 松本 信之  
 (財) 鉄道総合技術研究所 構造物技術開発事業部 非会員 浅沼 潔  
 西武建設(株) 土木技術設計部 非会員 天野 貞雄  
 ○(株) ピー・エス 開発技術第一部 正会員 河村 幸典

1. まえがき

従来からあるRCラーメン鉄道高架橋はコストが安く多くの実績があるが、バラスト軌道などを前提とした構造であり、重い床版を有するため、トップヘビーとなり地震時において不利な構造となっている。また、橋下利用の点や景観性の点で今後の鉄道高架橋に求められる性能を十分満足しているとはいえない。

従来形式に代わる高架橋を提案する上で、上部工重量の軽量化による地震時慣性力の低減、施工の省力化によるコストダウンは最も重要な課題である。この問題に対し、著者らはプレキャストPRCホロー桁を採用した上部工構造を提案し、検討および試験架設を行ってきた。<sup>1) 2)</sup> この高架橋形式に対し、有用な情報が得られたものの、プレキャスト桁の運搬重量制限を30tf(294kN)とした場合、支間が12m程度しか確保できず、さらなる長支間化に問題があった。

本報告は新形式の鉄道高架橋に求められる諸条件を満たした上で、長スパン化、施工性のさらなる向上を目指し、プレキャストPRCダブルT桁を用いた高架橋形式を検討した。以下に設計検討および試験架設を行った結果について報告する。

2. 新形式鉄道高架橋の特徴

今後求められる鉄道橋架橋の要件および対策をまとめると表-1のようになる。

従来高架橋の考え方は、上下線一体構造のもので、多主桁構造のものは荷重分配を期待した構造となっていた。そのため、列車荷重を主に受け持つ部分と荷重の小さい点

表-1 要件と対策

要件	対策
上部工構造の軽量化	<ul style="list-style-type: none"> <li>● プレキャストPRC桁を採用する。</li> <li>● 一軌道一主桁構造とする。</li> <li>● 機能分離構造とする。</li> <li>● 軽量遮音壁を採用する。</li> <li>● ラダーマクラギを採用しバラストを用いない。</li> <li>● 中間部床版（保守点検通路部分）を鋼製とする。</li> </ul>
橋下空間の利便性向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>● スパンを広げる。</li> <li>● 桁高を低くする。</li> </ul>
景観性の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>● スパンを広げる。</li> <li>● スレンダーなT桁を採用し軽快感を出す。</li> <li>● 架設後桁を連結し雨水による桁表面の汚れを防ぐ。</li> </ul>
施工の省力化	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 部材をプレキャスト化し、鉄筋をユニット化することで現場での煩雑な作業を減らす。</li> <li>● 中間横桁を省く。</li> </ul>

検用の橋側歩道部とが同じ構造上に同じ重みで配置されていた。道路橋のように自動車荷重が有効幅員内全体に載荷される条件と異なり、鉄道橋の場合は、列車荷重の載荷される場所が特定できるため、従来の方式ではあまり活用されていない部位があった。

そこで、著者らは列車荷重を受け持つ部分と群集荷重などの比較的小さな荷重を受ける部分とを分けた機能分離構造を採用することにより、より断面が有効に活用されるのではないかと考えた。表-2に新形式鉄道高架橋のコンセプトと特徴を示す。中央通路方式とは、従来点検用通路が軌道の両側に配置されていたものを、軌道と軌道の中央に配置したものである。これにより通路幅は減少し全幅員を抑えることができる。さらに、中央通路に鋼製床版などの軽量の部材を用いることによって軽量化が可能になる。張出し部分がないので、作業がすべて上から可能で足場などが省略される。軌道間隔が広がるので従来の軌道間隔のところと接続する際には拡幅区間が必要となるなどの問題もある。

橋側歩道別桁方式とは、モノレールのように列車荷重を受け持つ部分の桁と橋側歩道荷重を受ける桁とを別構造としたものである。このため荷重の大きさにあった主桁断面を選択することが可能で、断面が有効に

表 2 新形式鉄道高架橋のコンセプトと特徴

形式名	断面図	特徴
中央通路方式		<p>全体の幅員を抑えられる。上から作業ができるため足場を大幅に減らすことができる。 軌道間隔が変化するため従来方式との接続に問題がある。</p>
橋側歩道別桁方式		<p>列車荷重と歩道上の群集荷重の耐荷構造が独立しているため断面の無駄がない。 軌道部の桁と歩道部の桁の挙動が全く違うため、桁間の目地構造が煩雑である。</p>
張出床版方式		<p>橋側歩道桁方式と比較し縦目地がないため耐久性に優れる。 床版施工のための足場が必要になる。</p>

活用される。軌道部の桁と歩道部の桁のたわみ差などの挙動が異なるため、桁間に縦方向伸縮装置などを取り付ける必要がある。

張出床版方式とは、橋側歩道別桁方式の別桁部を場所打ちの張出し床版としたものである。縦目地がなくなるので耐久性がよく維持管理も少なくなるが、床版施工時にブラケット支保工や足場が必要となる。

検討した3タイプはいずれも得点があるが、架橋条件を考慮して選択するのがよいと考えている。今回これらの検討結果を踏まえ、(財) 鉄道総合技術研究所内の試験走行路内に、実用性と構造細目の検討を行うために試験桁を架設した。

### 3. 試験桁の設計・施工

#### (1) 設計

今回提案したプレキャストP.R.CダブルT桁高架橋の概略断面を図-1に示す。前述の形式では張出し床版方式である。フランジ幅1400mm、桁高900mmのT桁を2本架設した後、床版(厚さ200mm)を現場施工し、2本のT桁と合成一体化することにより、 $\pi$ 断面を形成し軌道を支持する構造である。また、軌道構造にはラダーマクラギを採用することによりバラストを廃し、軽量防音壁や鋼製床版(保守点検通路部)を採用することにより、上部工の重量を大幅に軽減する構造としている。床版には現場打ちの張出し床版を設けている。

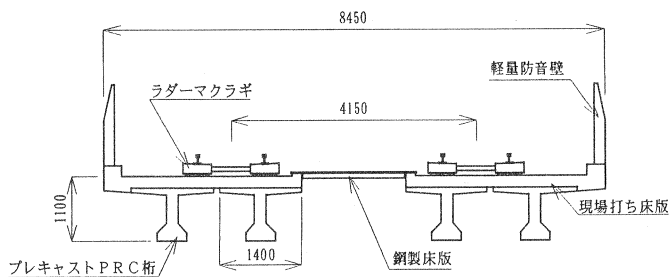


図-1 プレキャストP.R.CダブルT桁高架橋概略断面図

表-3 一般条件

形式名	プレテンションP.R.C合成桁橋
床版形式	場所打ちRC床版
軌道形式	セミフローティング・ラダー型軌道
桁長	12.000m
支間長	11.400m
列車荷重	電-17
平面線形	$R=178\text{m}$ , 斜角: $<R$

設計は、「鉄道構造物等設計標準・解説、コンクリート構造物」に基づいて行った。

荷重は、固定死荷重、フローティング型ラダー軌道荷重、軽量遮音壁、列車荷重、衝撃荷重、遠心荷重、車両横荷重、車輪横圧荷重、群集荷重、風荷重、地震の影響を考慮した。

主桁の設計は、通常の限界状態設計法によるP R C合成桁として行った。P C鋼材の何本かはせん断力に対して有利に働くようにバンドアップした。

今回の合成後の主桁断面はπ型形状の開断面のため、発生するねじりモーメントに対して不利な形状である。そこで、ねじりに対する検討を別途行った。ねじりモーメントを算出するために用いるねじり剛度は、全断面有効と考えるとT桁部分に発生するねじりモーメントが大きくなりすぎるため、T桁のねじり剛度を全断面有効の時の1/10と仮定して計算した。これは、もしねじりによりT桁部分にひびわれが発生した場合、ねじり剛度が急激に低下し、T桁部分のねじりモーメントが低減するためである。しかし、この場合主桁間の床版に大きな断面力が生じるので床版の検討を十分に行い、必要な断面と鉄筋で補強している。

(2) 施工

主桁は、プレテンション方式で工場で製作した。架設現場に運搬後、主桁の架設は40tfクレーンを用いて行った。上空には既設の架線や電線が張られているため、より小さな空間で桁の取り回しができるように、写真-1のような桁吊り金具を別途作成して中央一点吊りで架設した。

主桁架設後、昨年度架設したホロー桁との間の横桁を製作した。横桁は主桁のたわみ差によるねじりを受けるため剛なRC構造とした。次に合成床版を現場打ち施工で製作した。鉄筋は、現場での作業を減らすためにユニット鉄筋を用いた。ユニット鉄筋の大きさは、幅2340~2500mm、長さ3280mmであった。2人の作業員で半日程度で鉄筋組立てが終了した。

主桁と主桁の間の目地は、塩化ビニール板の埋設型枠を使用した。遮音壁やマクラギ等を固定する差し筋を配置後コンクリートを打設した。床版の表面はほうき目仕上げとした。続いて地覆部のコンクリートを打設した。遮音壁を固定するUボルトや鋼製蓋床版を固定するためのアンカーはあらかじめ埋め込んでおいた。

地覆のコンクリートが硬化した後、既設の桁との間に鋼製床版を架設した。鋼製床版の重量は1枚およそ100kgであるため、クレーンにて仮置きした後、人力で所定位置に微調整し、端部をネジ止めた。なお、耐久性のため、亜鉛メッキを施した。

床版コンクリートから出ている差し筋の位置を確認し、ラダーマクラギ設置位置の台座を作成した。マクラギの設置は精密さが要求されるため、別途専用の定規を用意し、高さや位置を微調整したのち、台座部に無収縮モルタルを注入した。

遮音壁の設置精度を確保するため、あらかじめセメントペーストを設置位置に盛り、プレートを含み込んで傾斜などを微調整した。遮音壁の架設は専用の吊り金具を

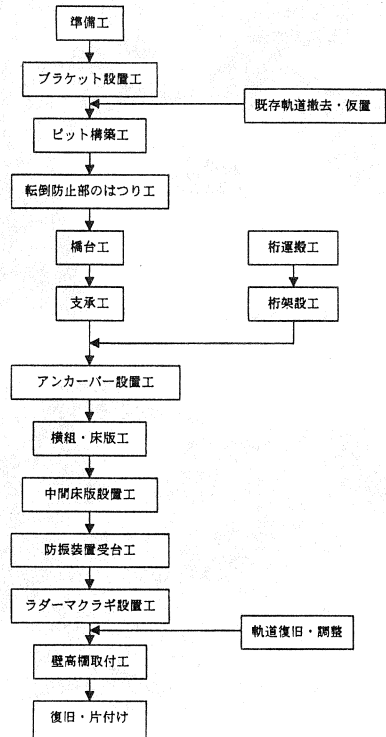


図-2 工事フロー

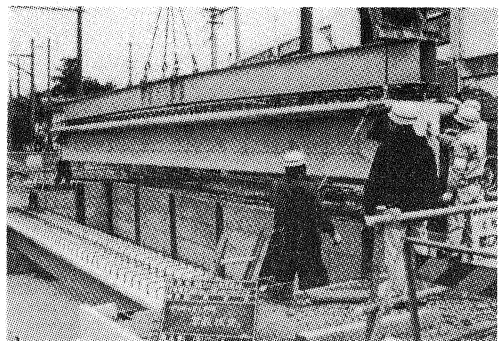


写真-1 桁架設



写真-2 床版ユニット鉄筋の配置

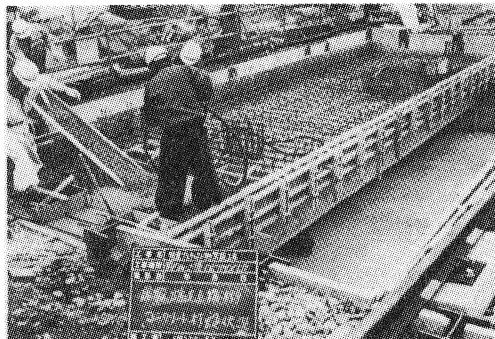


写真-3 合成床版コンクリートの打設

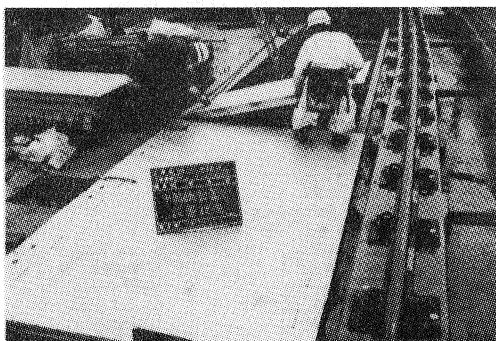


写真-4 中間部鋼製床版の配置

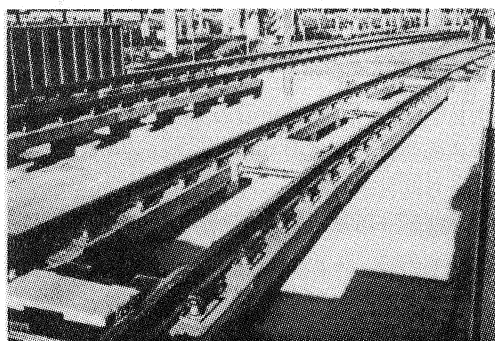


写真-5 ラダーマクラギの設置

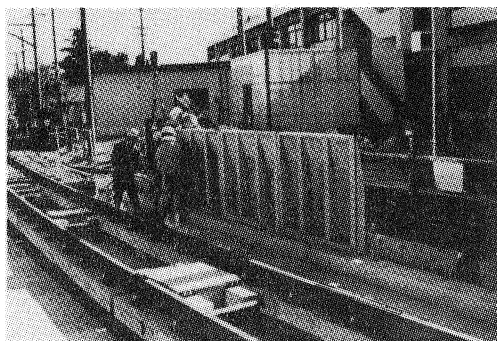


写真-6 軽量防音壁の設置

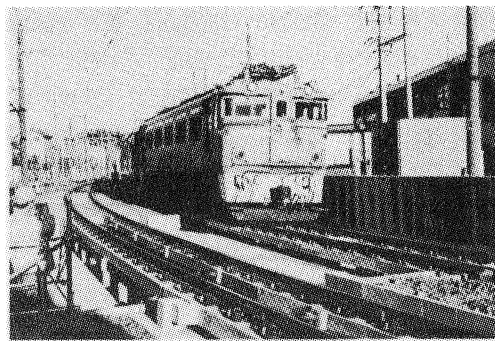


写真-7 完工全景

用いて行った。本試験施工は桁架設から橋体工まで10日間で終了した。

#### 4. おわりに

ダブルT桁高架橋を提案し、設計計算および試験架設を行った結果を以下に示す。

- ① 実際の電車を走行させたが、たわみやひびわれなど問題なかった。
- ② ユニット鉄筋の採用や歩道部の床版を鋼製とすることなどにより作業の省力化が可能となった。

今後は、連続化などの課題に取り組み、実際の施工に向けた構造細目や施工法などについて検討を行っていきたい。

#### 5. 参考文献

- 1) 松本、曾我部、河村、鎌野：新形式高架橋の開発,第8回PCシボジウム論文集,p209~p213,1998,10
- 2) 松本、曾我部、天野、河村：新形式高架橋の開発(その2),第9回PCシボジウム論文集,p21~p24,1999,10