

2室箱断面と3主げた断面を有する跨線橋（3径間連続PC橋）の計画と設計

パシフィックコンサルタンツ（株） 正会員 ○合馬 幹人
 同上 豎山 康子

1. はじめに

本橋は、新設される JR 線およびその用地を跨ぐための付替え道路の一部として計画された橋梁である。本橋は、支間のコントロール条件、けた高の制約条件、道路線形、交差物件との斜角、添架条件など種々の要因を考慮し、経済性と構造性を追求した結果、第1、第2径間に対して第3径間長を1/3程度とした不等径間の橋梁形式を採用した。主げた断面においても第1、2径間は2室箱げた、第3径間は3主げたという構造を採用した。本稿は、その計画と設計について、報告するものである。

2. 橋梁概要

構造形式 プレストレストコンクリート3径間連続げた橋（2室箱げた2径間+3主げた1径間）
 橋長 105.000 m 支間長 43.100 m+45.000 m+15.100 m
 全幅員 15.800 m 有効幅員 3.500 m（歩道）+8.000 m（車道）+3.500 m（歩道）

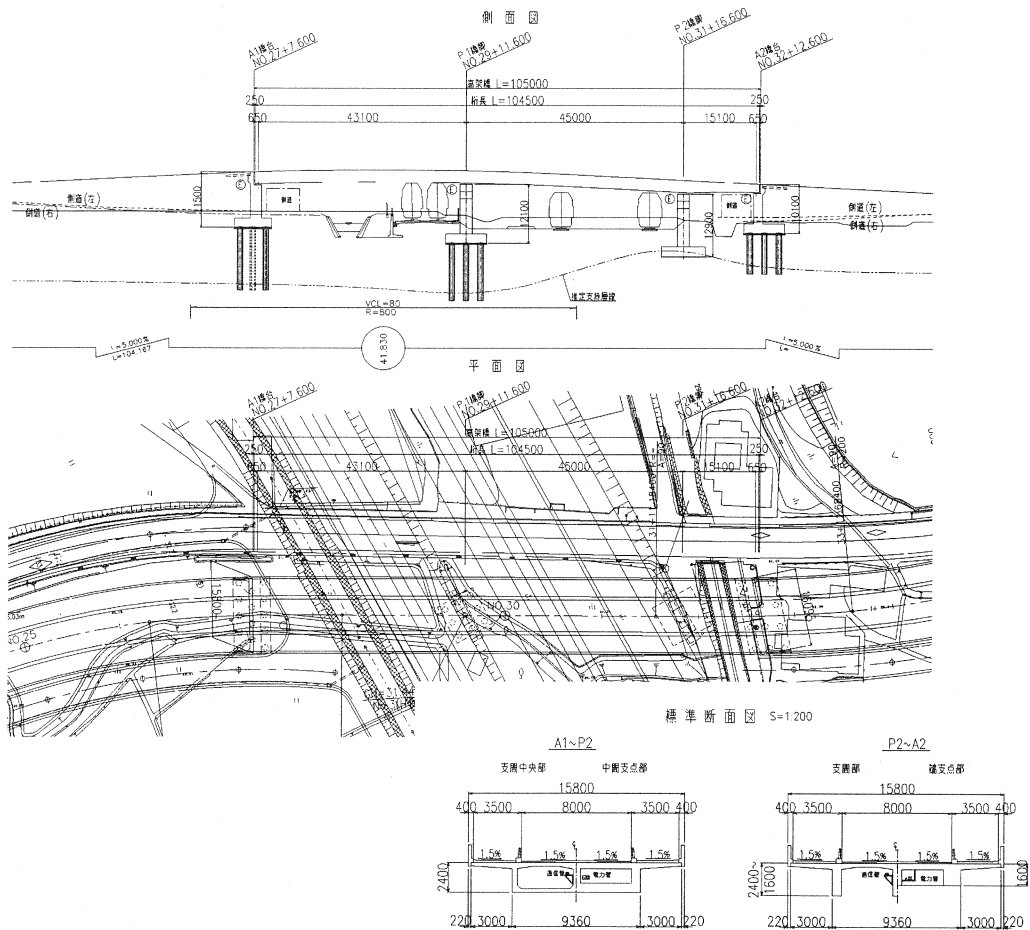


図-1 橋梁一般図

3. 橋梁計画

橋梁計画を行うに際し、まず橋長・支間割を決定する必要がある。以下に、橋長・支間割計画の条件と経緯を示す。

3-1. 橋梁計画条件

- (1) 交差条件
 - ・ JR 線およびその JR 用地を跨ぐ。
 - ・ JR 用地の両サイドに側道があり、橋梁は両側の側道を含む範囲で計画される。
 - ・ 計画される橋梁は、JR 部 7.2m、側道部 4.5m の建築限界を確保する必要がある。
- (2) 道路条件
 - ・ 計画道路は、橋梁下の JR 線と約 60° で交差している。
 - ・ 計画道路は橋梁区間内において S 字線形を描いており、横断勾配は右片勾配からおがみ勾配を経て、左片勾配へと変化する。縦断勾配は、上り 5% から下り 5% で、その変化点を橋梁区間内に有する。
- (3) 添架条件
 - ・ 電力および通信管を、各 5 条添架する。

3-2. 橋長・支間割計画

橋長は、一定の範囲内において橋台位置を仮定し、その範囲内での橋梁費と土工費の合計値を算出し、経済的となる位置を選出する。検討の結果、本橋の場合は橋台を前に出すほど、つまり橋長を短くするほど経済的となることが判った。(図-2)

支間割計画は、本橋では JR 用地内において橋脚位置の制約があり、図-1 に示すように P1、P2 橋脚の位置は固定されていた。よって本橋では 2 径間と 3 径間の案が考えられたが、3 径間案の方が経済的なけた高で建築限界を確保できるため構造的、経済性の面から有利であった。よって、3 径間案を中心に橋梁形式の選定を行うこととした。

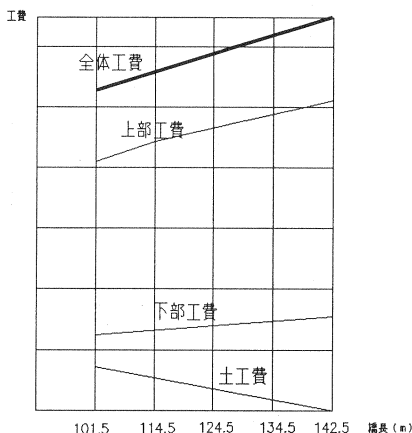


図-2 橋長と工費

3-3. 側径間長

本橋は橋長をできるだけ短くした方が経済的であることが判っているが、中央径間 (P1-P2) 45m に対して側径間 (P2-A2) が 15m となり、支間比が 1/3 となるため A2 橋台において負反力が生じることが懸念された。そこで、事前検討として負反力を生じない支間長を、各案について概略計算にて求めた。この結果を、表-1 に示す。

前述の検討において、自重の最も軽い鋼床版げたでは側径間長が 23m 必要となるのに対し、PC 箱げたでは側径間長 15m で負反力が生じない結果となった。この結果に基づき、各案の橋長および支間長を設定し、予備設計を行った。

表-1 負反力を生じない側径間長

	側径間長
PC 箱 げ た	15m
RC 床版鋼箱 げ た	20m
鋼 床 版 箱 げ た	23m

4. 橋梁形式の選定

比較は、10 案の橋梁形式に対して行った。経済的には、ポストテンション T げた + プレテンション ホロー げたの組み合わせが最も経済的となったが、本橋では以下の点で計画条件を満足できなかった。

- ・ 建築限界をクリアできない、また、片勾配が変化に対し舗装の調整コンクリートが厚くなり、死荷重が増加するなど、構造的に劣る。さらには、斜角が大きいため、連結げたが採用できない。(JR 線の用地内利用計画に沿って、線路と平行に橋脚を設置することが望ましいがこの場合斜角約 60°

となる。)

その他、2連橋の案、けた橋案、鋼橋案については下記に示す点において劣った。

- ・ 2連の橋梁とする案については、P2 橋脚上で、2700mm と 600mm とけた高が著しく異なるけたのかけ違いとなるため耐震性に劣ることと、添架管の添架が側径間において不可能となる。
- ・ 鋼橋案は、負反力の関係から橋長が伸びたために経済性で劣る結果となったことと、JR 上での維持管理上の問題点が懸念された。(疲労や床版の損傷など)
- ・ Tけたや鈹げた形式の橋梁については、桁間に添架スペースが確保できない。(JR 線上であるため、通常の支持材で桁間に受ける添架方法では、JR より許可されなかった。) 別途、添架橋を併設する案について検討したが経済性でさらに劣る結果となった。

以上の案に対してPC箱桁橋は、側径間長を短くすることによって橋長を短くできるため比較的橋梁費が安く、連続桁で耐震性に優れ、添架上の問題もなく、維持管理の点からも優れ、片勾配の変化に対する対応も容易であるなど、総合的にもっとも優れた案であった。

5. 計画における問題点と解決策

これまで述べてきたとおり、経済性、施工性、構造的に優れると判断されたPC箱げたであるが、側径間(P2-A2)を中央径間と同一けた高で計画すると、建築限界をクリアすることができなかった。

この解決策として、以下の2案が考えられた。

- ① A1-P2を2径間連続箱げたとし、側径間(P2-A2)は単純げた(プレテンションホローげた)とする。
- ② 箱げたの3径間連続とするが、P2-A2については変断面とする。

①の側径間を単純げたとする案は、P2 橋脚上で2m 近いけた高さのあるかけ違いとなるため、耐震性においての問題が懸念された。これに対し、②の側径間を変断面とする案は、構造上の問題は考えられなかった。しかし、変断面としけた高を絞ることにより、箱げたのけた内空間を確保することが困難となり、添架物の添架スペースおよびメンテナンスについての問題が残った。

耐震性や走行性など、橋梁の基本的な要求事項を満足するためには連続げた形式とすることが望ましいが、社会的要請としてインフラ設備を橋梁に添架することも大切である。

そこで本橋では、両者の要請を満足するため、側径間(P2-A2)については下床版をなくした3主げた形式の採用を提案した。(図-3)

支間長の長い第1、2径間は、箱げたを採用することでけた高を抑え建築限界をクリアするとともに、箱げた内に添架物を設置することが可能である。また、第3径間においても、下床版をなくした3主げたの変断面とすることにより、建築限界および添架物のメンテナンスに関する問題もクリアされた。

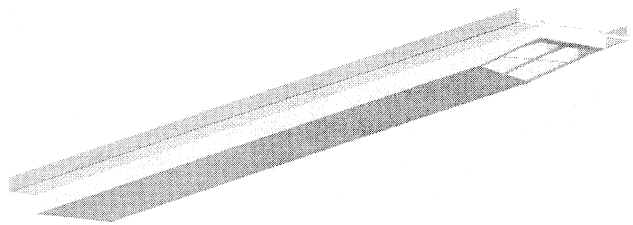


図-3 主げたイメージ図

6. 設計

6-1. 構造的配慮

前項の計画において、主げた断面は第1、2径間は2室箱げた、第3径間は3主げたとすることに決まったが、設計にあたり以下の点について配慮した。

(1) 使用材料 ～主げたコンクリート

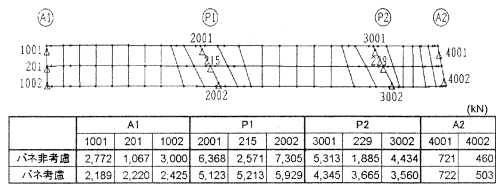
場所打ち箱げたに使用するコンクリートは $\sigma_{ck}=36\text{N/mm}^2$ が標準とされている。本橋では建築限

界をクリアする目的でけた高を抑えため、プレストレス導入時の圧縮応力度が厳しくなったが、 $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$ のコンクリートを使用することで、許容応力度を満足することができた。

(2) 支承条件

全径間を通して3本のウェブを有する主げた形式であり、本来であれば全支承線において3点支承とするのが一般的であるが、A2では負反力の発生を回避するため、2点支承を採用することとした。また、解析時に実際の支承パネを考慮したことで、その他の支点においても、一支承線上の支点の反力をバランスさせることができた。(表-2)

表-2 反力一覧表



6-2. 構造解析

断面力の算出は、格子解析にて行った。このとき、6-1で述べたように、支承の水平および鉛直パネを考慮しモデル化した。

主げたの曲げ応力度照査は、2室箱げた部は全断面を一つのけたとして、3主げた部は各々のウェブを一つのけたとして行った。3径間目は支間が短く正の曲げモーメントをほとんど生じなかったが、逆にP2支点上での負の曲げモーメントが大きくなったため、1、2径間目に対し極端にPC鋼材量が少なくなことはなかった。一部の途中定着を除いては、全径間を通してほぼ一定の鋼材配置(図-4)が必要となったため、打設可能量を考慮しコンクリート打設は2分割とするが、プレストレスについてはA1およびA2からの一括緊張(両引き)とすることで、継手の省略および定着具、緊張工数を減らすことができ、経済的な設計ができた。

また、P2を境に主げた断面が閉断面から開断面に変化することによるねじり剛性の変化の影響が懸念された。開断面の主げたのねじり合成は、閉断面に比し約1/36に低下したが、これを踏まえて格子解析を行った結果、大きなねじりモーメントは生じることはなく、特に大きな問題は生じなかった。

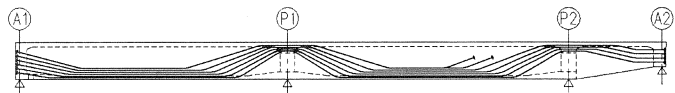


図-4 PC鋼材配置概念図

7. おわりに

本橋は橋長を短くするほど経済的となることが判っていたが、中央径間と側径間のバランスが悪かった。しかし、自重の重いPCげたを採用することで側径間長を短くすることができ、橋長の短い経済的な橋梁とすることができた。また、場所打ちの箱げたとすることで、縦横断勾配の変化や建築限界の制約に対応できた。側径間の建築限界や添架スペースの問題に対しても、主げた形式を変化させ、3主げたとすることにより問題をクリアした。

設計においては、使用材料、解析のモデル化、コンクリート打設および緊張方法の工夫などにより、建築限界の制約に対応でき、かつ経済的な設計とすることができた。

結果的に、耐震性、構造的性、経済性、走行性、維持管理性など、橋梁に求められる種々の要求事項を満足すると共に、全体的にバランスの取れた橋梁の計画・設計ができた。