

## 橋台を不要とした突桁式3径間連続PCラーメン橋の設計・施工

株式会社ピーエス三菱 正会員 ○坂口 和男  
 北海道開発局 足寄道路事務所 松田 隆宏  
 北海道開発局 足寄道路事務所 後藤 宏行  
 株式会社ドーコン 構造部 片桐 章憲

### 1. はじめに

本報告は、北海道開発局足寄道路事務所管轄の北海道横断自動車道・本別釧路間の本別町東部に位置する炭山橋の詳細設計と施工に関して報告を行うものである。架橋位置を図-1に示すが、山間の盛土区間の小河川と林道を交差する橋梁であり、河川、林道とは60°で交差し、背面の盛土の高さは15mと高盛土である。

予備設計では、図-2に示すように大規模な箱式橋台を用いた橋長32.0mの単純鋼2主桁桁橋であった。この形式は、一見、一般的な構造形式であるが背面盛土高が高い事から大規模な箱式橋台となり、更には発泡スチロールによる土圧軽減(EPS)を図った構造となっている。この形式だと、上部工費に劣らず下部工費は高くなり単径間の橋梁の割にコストの高い橋梁となっている。そこで詳細設計では、①大型橋台を出来る限りコンパクト化して下部工費を抑えること、②山間部のため人工物を出来る限り抑制し自然植生の復元に配慮する点に着目した。その結果、先人の技術者達が過去に残した形式を応用して、橋梁形式は橋台を不要とした3径間連続PCラーメン橋を採用するに至った。

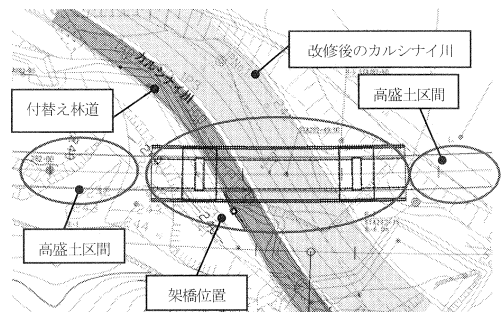


図-1 架橋位置の地形概要

以下に、本橋梁設計の特徴と施工に関して報告を行う。

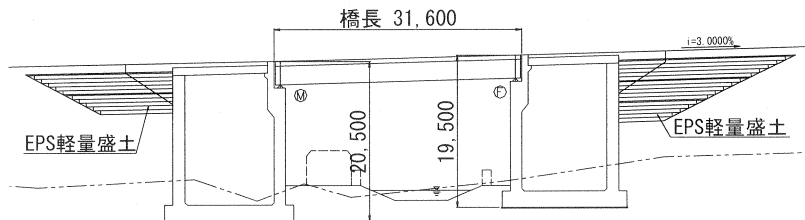


図-2 予備設計での提案形式

### 2. 先人技術者達の設計事例

前項に示した設計上の着眼点から、高盛土とコンパクトな構造物の組み合わせが必要条件となる。更には自然植生の復元がポイントである。これに類似した架橋位置を整理した結果、先人技術者達により設計、施工され、現在も問題なく使用されている既設橋が参考となった。以下に、その設計事例を紹介する。

#### 【新豊橋】

新豊橋は、国道230号の定山溪から中山峠間に架かる橋梁で中央径間62.5m、側径間17.5m、橋長97.5mの「斜材付きπ型PCラーメン橋」である。中央径間は、河川条件から必要なスパンとなっている。架橋位置は、山間部の盛土区間で盛土高が15m程度である事、河川を渡河するといったように、河川の規模を除けば本橋と類似した地形である。

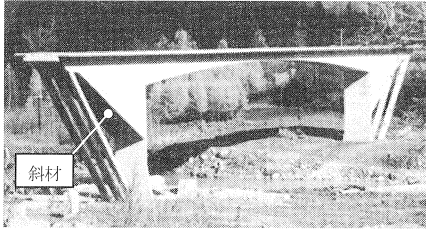


写真-1 盛土前の新豊橋

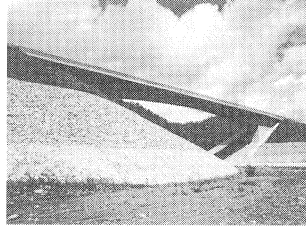


写真-2 盛土後の新豊橋

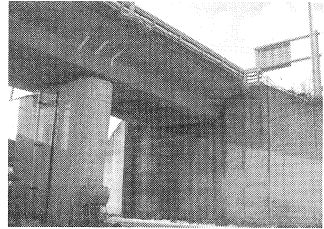


写真-3 国道5号 上鳥崎橋

この橋梁は、昭和42年に施工され、本来であれば大型橋台を必要とするが、橋台の代わりに斜材で桁端部を支持し橋台を不要とした構造となっている。また、高盛土は、出来るだけ緩い勾配で盛こぼし、自然植生に配慮されている。写真-1に盛土前、写真-2に盛土後の新豊橋を示す。

【上鳥崎橋】

上鳥崎橋は、国道5号 森町にある橋長135mの4径間連続PRC橋である。橋梁の左右両端には張り出し長さ10mの突桁を有している。断面は支点上で箱桁、支間中央部では下床版を省略した形状となっている。供用開始は昭和47年である。(写真-3)

3. アバットレス橋梁の提案

前項で紹介した新豊橋は施工年度が昭和42年、上鳥崎橋は供用開始が昭和47年であり、その時代に橋台を不要とした斬新なアイデアで橋梁を架けた先人達の技術は、その架橋位置の特徴に見合った橋梁形式を採用している。本架橋位置は、支持層は泥岩であるが軟岩として扱えるほどの支持力は無い箇所であった。従って、大型橋台は支持力的に不利であり、着眼点でもある橋台のコンパクト化から、先人技術者の設計事例を参考に橋台を不要とした構造を考えた。その結果、幾つか課題が生じた。

「斜材付きPCラーメン橋」の場合、盛こぼしのスペースが十分に確保できなく補強土が必要となること。更に、斜材下の盛土部の転圧が十分に行えないこと等が挙げられる。一方、「突桁連続桁橋」は支点上に負反力が生じやすい事、突桁端部の変位が制御できないことが挙げられる。

そこで、斜材を排除し突桁端部の鉛直変位を制御できる「突桁式PCラーメン橋」を考えた。この形式は、桁の端部の支持が無いため、鉛直変位の制御と橋梁と土工部との接続方法に工夫が必要となる。また、高盛土を抑えるためには橋梁の端部に直壁タイプの補強土壁を採用する事とした。(図-4)

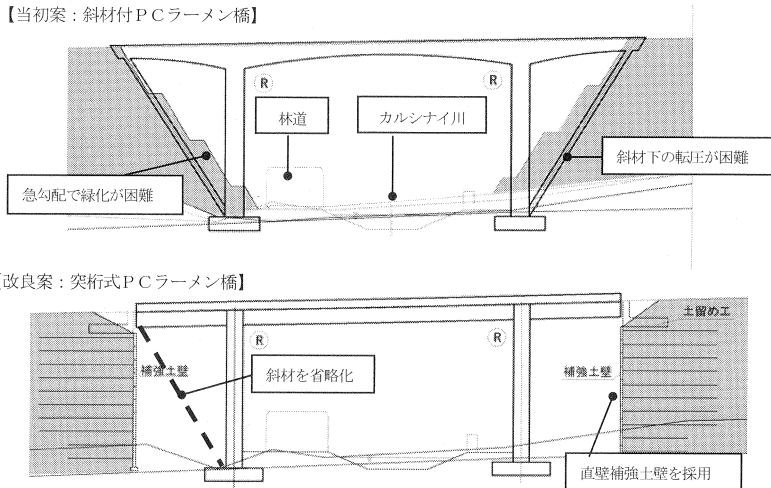


図-3 斜材付きPCラーメン橋の改良

#### 4. 突桁式3径間ラーメン橋の特徴

本橋梁形式の特徴を図-4に示す。

【アバットレス】 本橋の特徴は、まず第1に橋台が無いアバットレス形式である。側径間張出し長は、中央径間との釣り合いから決定される。張り出しが無ければ、中央径間の負担が大きくなり、主桁の高さやたわみ量が大きくなる。また、張り出しが大きければ、自重で桁端部が鉛直方向に下がってしまう。この様に、側径間張出し長は、中央径間のカウンターウエイトとなっており、桁端の下がり量を考慮しながら設計の中で最適な張り出し長を決定した。

【主桁端部の鉛直変位の許容】 第2の特徴として主桁端部と土工部を接続する伸縮装置の機能にある。伸縮装置は、一般的に主桁水平方向の伸縮にのみ追従するが、本橋のように、主桁端部が張出している場合、活荷重時に大きく鉛直変位が発生する。従って、鉛直変位に追従できる伸縮装置が必要となる。近年では、地震時等の影響から水平方向の動きのみでなく、直角方向や多少の鉛直方向の変位にも追従できる伸縮装置が幾つか存在する(図-5 伸縮装置の例。鉛直許容変位 25mm)。この伸縮装置を用いる事で、主桁端部と土工部の接続が可能となった。この時、設計上の許容鉛直変位量は、道路維持管理上の路面管理の観点から、自動車専用道路における段差の維持修繕要否判断の目標値(10mm:道路維持修繕要綱 P-117 S53 日本道路協会)を準用して、10mm以内と考えた。

【橋梁付属物の削減】 第3の特徴として、主桁端部の鉛直変位を制御する点から主桁と橋脚は剛構造が望ましいため支承を不要とする。また、支承も橋台も無い事から落橋防止構造も不要とする構造である。

以上の「アバットレス」「主桁端部の鉛直変位の許容」「橋梁付属物の削減」が本橋の特徴である。

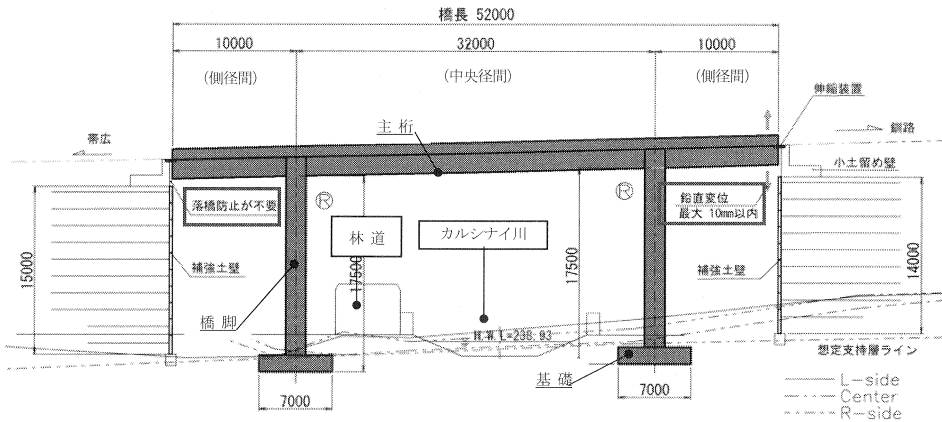


図-4 本橋梁形式の概要

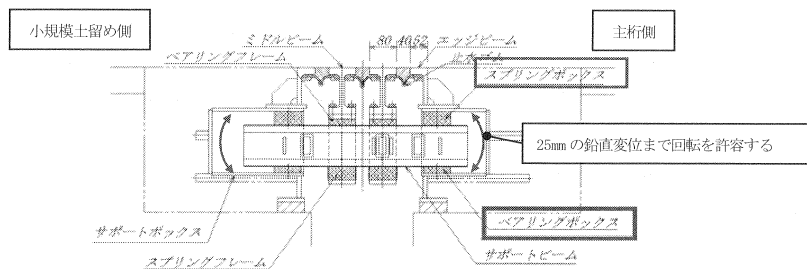


図-5 伸縮装置の構造例

## 5. 本橋の施工に関して

突桁形式のラーメン橋を採用した本橋において、施工上の課題となったのは(1)過密配筋、(2)冬季施工、(3)主桁のたわみであった。

ここでは、各課題に対する対策を示す。

(1) **過密配筋に対する対策**：ラーメン橋脚柱頭部付近では、下床版の橋軸方向鉄筋およびスターラップが D25 を 125mm 間隔で配筋されており、重ね継手部を考慮すると鉄筋のあきが確保できない可能性があったため、配筋の正確性には特に留意した施工を行った。

また、コンクリートの充填性を高めるためにスランブを  $8.0\text{cm} \pm 2.5\text{cm}$  から変更した。その際、耐久性の観点からコンクリートの単位水量を増やすことなくスランブを大きくするために減水剤を選定して配合変更を行ってスランブ値を  $10.0\text{cm}$  に増加させた。さらにスランブ誤差を  $\pm 1.5\text{cm}$  の範囲で管理し、スランブがマイナス側にある場合は、過密配筋部への打設を避けることによって充填不良発生の可能性を排除することを心がけた。さらに、柱頭部には透光性の高いスルーフォームを採用して直接目視によって充填状況を確認し、コンクリートの確実な充填に努めた。

(2) **冬季施工に対する対策**：本橋のコンクリート打設は、冬季施工のため、上屋による寒中養生を行う必要があった。上屋を設置すると採光性能が落ちるため、スルーフォームの性能が十分に発揮できなくなる可能性があった。これより、上屋に採光性のあるシートを採用して屋内を明るくし、充填不良の防止に努めた。

(3) **主桁のたわみの確認**：主桁のたわみは、各荷重状態で計算値との比較を行い、許容値内であることを確認しながら施工を行った。伸縮装置の設置は、クリープ変形がほぼ完了した時期に設置を行う予定である。

上記に加え、施工前に問題点を整理して発注者・設計者を交えた対策方法の協議を行って事前に対策を施したことにより、施工上で大きな問題点もなく、写真-4に示すように無事竣工することができた。

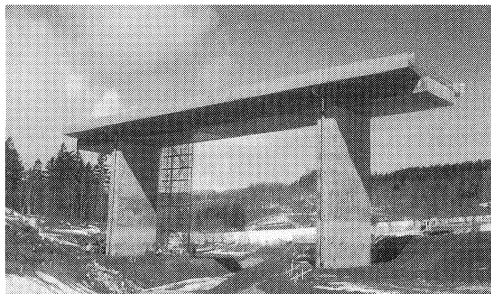


写真-4 竣工後の炭山橋

## 6. まとめ

高盛土区間で大規模橋台を用いていた橋梁は、先人達の技術にヒントを得て現代技術により改良され、突桁式PCラーメン橋となった。本橋形式が採用できる条件として、①単径間長が30m程度である事 ②橋梁の前後が高盛土で盛こぼしが十分にできない事 ③橋台形式が大規模な箱式橋台になる事 等が必要である。

コスト縮減の点で予備設計案と比較すると、予備設計案よりも56%のコスト縮減効果があった。

突桁式橋梁の北海道内類似形式については、昭和40年代に施工されたものが多く、本形式の参考とした国道230号の新豊橋は、開発局を先頭に先進的技術を積極的に導入してきた時代の成果であった。

しかし、その後の道路橋示方書などの基準類が順次整備されると共に、高度成長期を背景に多くの構造物を建設していく中で、基準に示された範囲での設計の増加が先進的技術の普及を妨げたことが考えられる。

「何か不具合を生じたからではないか？」という疑念を抱く方も居られるかも知れないが、それに類する報告は現在入手できていない。また、これらの事例は現在も供用中であり、橋梁点検結果でも構造的な大きな問題は報告されていない。

本形式はラーメン化を図る事により橋台、支承、落橋防止構造を不要としコスト縮減を大幅に実現できた事が最大の特徴であるが、今後の課題としては、伸縮装置も省略化したミニмумメンテナンス橋の実現にあると考える。例えば、桁の伸縮に追従できる踏掛版構造などが考えられる。

最後に、先人技術者とその設計思想に敬意をはらい、今後も先人達の技術に現代技術を応用させて新技術、新構造の採用努力をしていく姿勢は、橋梁技術の発展とコスト縮減に繋がると考えている。