

くわとりがわ  
⑧ 桑取川橋梁

構造形式：単純下路桁（スノーシェルター付）  
橋長：65 m

1. はじめに

桑取川橋梁は、新潟県上越市大字土口の桑取川に架橋されたスノーシェルター付の単純下路桁橋である。本橋の架橋位置は2年確率積雪深で160 cmとなる超豪雪地帯であり、加えて山間部のトンネル間の短い明かり区間（通称まばたき区間）である。このため、設計値よりも積雪深が多くなることが予想され、雪害対策としてスノーシェルターの設置対象区間となった。

本橋では、交差条件やライフサイクルコスト（LCC）の検討の結果、スノーシェルターをRC構造とし、PC下路桁と一体構造とした橋長65 mのスノーシェルター付PC単純下路桁が採用された（図-1）。本橋を含む工事区間では、桑取川工区で橋長60 mの1橋、名立川工区と木浦川工区で、橋長40 mと30 mの7橋のスノーシェルター付単純下路桁橋が採用されている。以下に本橋において採用したRC構造のスノーシェルター形式の選定経緯とその設計、施工に関して報告する。

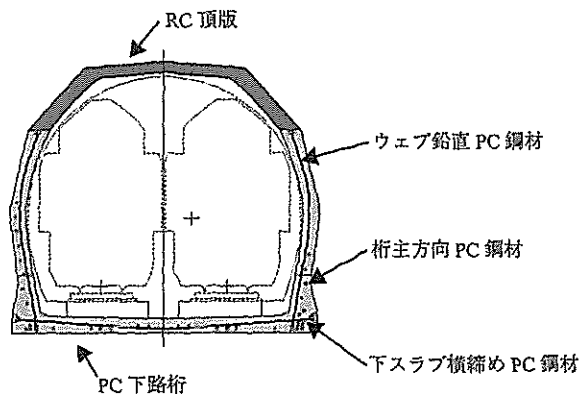


図-1 スノーシェルター付PC単純下路桁

2. 桑取川橋梁の計画・設計

2.1 橋梁形式の選定理由

スノーシェルターを有する橋梁形式としては、一般的なI断面PC桁やPC下路桁に鋼製スノーシェルターを設置する構造が考えられる。しかし、以下の検討の結果、本橋ではRC構造のスノーシェルターを有するPC下路桁を採用した。

① 交差条件に対する桁下空間の確保

交差条件としては、河川、堤防上管理用道路および県道があり、河川規模から河川内への橋脚配置が不可能であるため、橋長が65 mの長大スパンとなった。また、トンネルのまばたき区間と呼ばれるトンネル間の短い明かり区間であるため、縦断線形の変更は難しく、下路桁形式による桁下空間の確保が求められた。

② LCCの低減

鋼製スノーシェルターの設置工は、これまでの実績から

初期コストが110万/m程度であり、さらに維持管理コストも必要となる。シェルター部分をRC構造とし、下路桁断面に付加することで、LCCの低減が図られる。

2.2 上部工構造形式の検討

① 格点部応力集中の改善

既往の同種桁として、PC下路桁形式があるが、これらの断面形状は矩形であり、頂版隅角部を含む格点部において、応力集中が生じやすかった。本橋では、これを改善するとともに、ウェブ断面に作用する軸力を有効利用できるアーチ効果が得られる、アーチ形状の断面を採用した。

② 主桁分割構造の採用による合理化

主桁は施工性と主方向のプレストレスの導入効果を向上させるため、断面を上下に分割して、1次施工としてPC下路桁部でプレストレスを導入後に、支保工解体後、2次施工としてRC頂版部を施工する2段階施工が採用されている。この2段階施工により、一括施工を行った従来のPC下路桁桁に比べて、横方向のプレストレス（下スラブ横締め、ウェブ鉛直）による2次力を断面内に発生させないことで、横方向のプレストレスの効率化が図られている（図-2）。

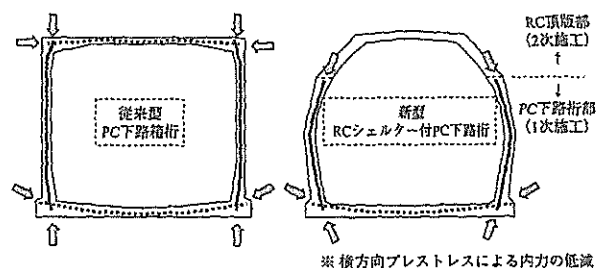


図-2 2段階施工および横方向プレストレスの概念図

一方、桁断面が大きいため通常の桁に比べて剛性が高いため、コンクリートの材料費の低減と下路桁ウェブ部および頂版の分割施工時の温度上昇による拘束ひび割れ対策（水和熱発生抑制）として、コンクリート強度はPC下路桁部は36 N/mm<sup>2</sup>、頂版部は27 N/mm<sup>2</sup>としてセメント量の低減が図られている。さらに、RC頂版部については普通ポルトランドセメントを使用した。

③ 連続化と景観の検討

本橋は、単純桁構造である。他工区では、スノーシェルター付PC下路桁が連続する区間もあり、乗り心地および耐震性を向上（自重軽減）させるだけでなく、支承部の数を減らせるなどのメリットがある連続化についても検討を行った。しかし、本桁については、スノーシェルター機能を付加する目的から桁高（9.4 m）は一定であり、全体断面の曲げ剛性は通常の上路桁に比べて高剛性であるため、連続化によるメリットは少ないといえる。また、曲線ウェブ内における連続PC鋼材の配置が煩雑となり施工性に劣るため、単純桁形式を採用した。

本橋の前後区間には、明かり巻きトンネルや鋼製スノーシェルターが設置されており、景観的な連続性の確保が課題であった。そこで、下記の点に留意した。

- ・トンネルに近いアーチ形状とする。
- ・鋼製スノーシェルターの腰折れに合せた外形ラインとする。
- ・端部拡幅部は複数連の連続性も考慮したダイヤフラム形状とする。

ダイヤフラムは、支点反力やPC鋼材定着における応力集中に配慮し、内空断面を確保して端部外側に設置した。

### 2.3 設計上の留意点

桑取川橋梁での設計上の留意点を以下に示す。

主桁断面は、下路桁状態で緊張後に頂版部を打設して箱桁断面に移行する複合断面であり、各施工段階時での主桁評価を行うだけでなく、上下の材齢差についても合成桁として評価して設計を行った。

また、大断面の構造であるため、主桁の解析に梁理論の適用が可能であるかを3次元FEM解析にて事前に把握した。横方向の梁モデルの妥当性確認や端部ダイヤフラムの局部応力の評価も3次元FEM解析にて行っている。

打継位置に関しては、主方向の鉛直打継位置はスパン中央部を避け、1日の打設量を考慮して設定した。また、水平方向の打継部は、3次元FEMモデルによる温度応力解析を実施し、打設後の収縮に対して旧コンクリートによる拘束の影響を評価し、ひび割れ防止鉄筋を配置した。

日本海に面した厳しい塩害環境条件に対応するためにかぶり厚も通常より10mm増加して60mmとした。

### 3. 桑取川橋梁の施工

下スラブ部は河川内に支柱を設置して、トラス材を使用した支保工上で橋軸方向に分割施工した。

ウェブ部は下スラブ上に移動式の内型枠支保工を設置して施工し、水平方向に分割打設するとともに、橋軸方向についても分割打設して施工した。また鉄筋、PCおよび型枠の設置精度の確保および型枠支保工の組立の簡素化および安全性を図った(写真-1)。

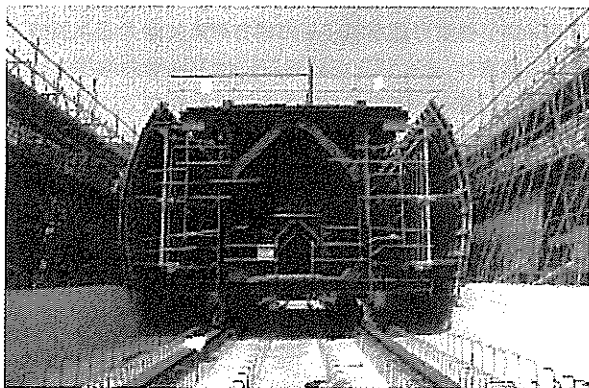


写真-1 ウェブ部施工状況

PC鋼材は、緊張により発生する局部応力に配慮して、ウェブ鉛直PC鋼材と下スラブPC鋼材、および桁主鋼材の緊張順序を決めた。緊張後、桁下支保工を解体した。

頂版部は下スラブ上に移動式内部支保工を設置して施工した(写真-2)。内部支保工から作用する自重による下スラブ部の変形が箱形断面の出来形精度に影響するため、

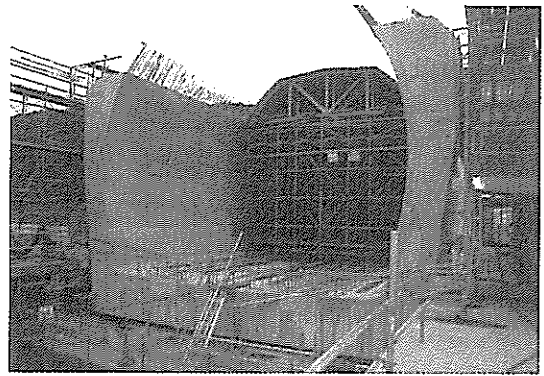


写真-2 頂版部施工状況

これを考慮して高さを設定した。

またスノーシェルター上の積雪が交差道路上へ落下することを防止するため、交差道路上にスノーシェルターに沿った三角屋根状の落雪防護工を設置した。施工中も仮設の落雪防護工を設置したが、写真-3のような大雪となり落雪防護工が有効に作用した。

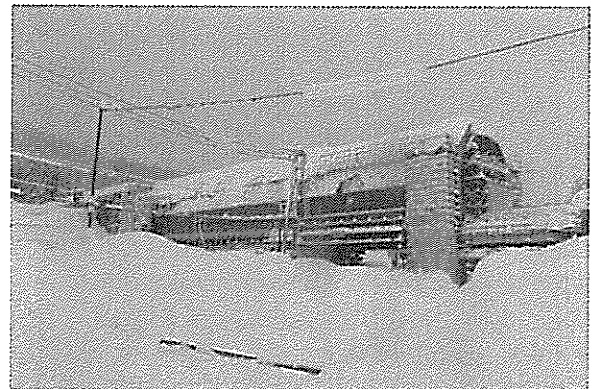


写真-3 冬期施工状況

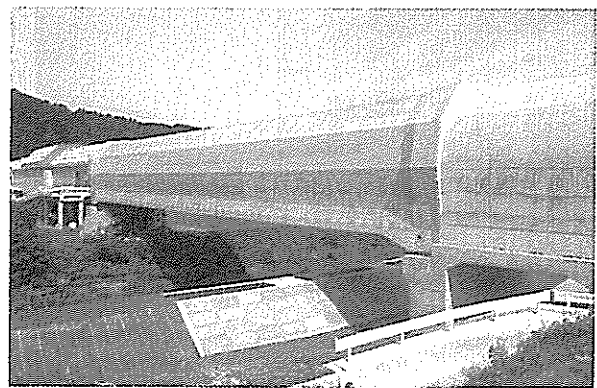


写真-4 完成写真

### 4. おわりに

新潟県上越地区の豪雪地帯であるまばたき区間の雪対策としてRCシェルター付PC下路桁が、北陸新幹線の安全走行とコスト削減の一助となることを期待しております。

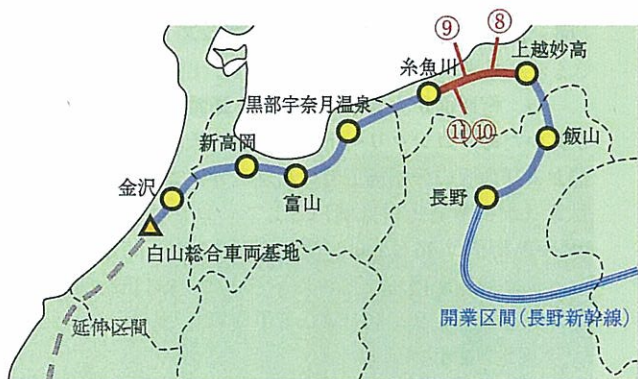
八千代エンジニアリング(株) 阿部 雅史  
三井住友建設(株) 赤坂 保友

PC 橋マップ (上越妙高駅ー糸魚川駅)

上越妙高・糸魚川 間：37 km



⑧ 桑取川橋梁



⑨ 能生川橋梁



⑪ 姥川橋梁



⑩ 早川橋梁