

#002

名橋をめぐって

昭和26(1951)年にわが国ではじめてPC桁橋が完成してから今日まで橋梁の長大化や橋梁形式の多様化が進み、また施工法のさまざまな開発がなされてきました。

これまでのPC橋の発展について、PCプレス第27・28号で東京工業大学二羽淳一郎名誉教授(当協会理事)に俯瞰していただき、高度成長期以降に建設された道路橋・鉄道橋のなかから一時代を画したPC橋を取り上げて、さまざまな方々に「名橋をめぐって」時代背景など織り交ぜながら、ご執筆していただきました。

今号が最終回となりますが、これからのPC橋を支える新技術の先駆けとなった「酒田みらい橋」「別埜谷橋」をご紹介します。

1950

1960

1970

1980

1990

2000

2010



酒田みらい橋(2002年完成)



別埜谷橋(2020年完成)

黎明期

進展期

斜張橋

エクストラ
ドーズド橋

未来

さまざまな
橋種

複合化



▲写真-1 酒田みらい橋

名橋をめぐって

酒田みらい橋

国内初 超高強度繊維補強コンクリートを用いたPC歩道橋



大成建設(株) 技術センター
社会基盤技術研究部
材工研究室長

む しゃ ひろ ゆき
武者 浩透

酒田みらい橋は、2002年に日本で初めて超高強度繊維補強コンクリート(UFC)を用いて建設された鉄筋を1本も使用していないPC箱桁歩道橋である(写真-1)。

1 新しい材料…超高強度繊維補強コンクリートの適用

「コンクリート構造物は鉄筋コンクリート造」と言う概念を打ち破る、粗骨材を用いずに鉄筋の代わりに細径の高張力短繊維を用いた全く新しい概念のコンクリート…超高強度繊維補強コンクリート(UFC)が研究・開発されていた。当時(2000年)、その材料の研究開発では、フランスを中心とした欧州勢が先んじており、日本での開発・実用化を加速させるには、チャレンジングなターゲットが必要であった。そのため、UFC材料の特性の活用により部材厚を極限まで薄くし、長スパンを実現するPC橋梁…酒田みらい橋の建設が決定された。

2 景観設計へのチャレンジ

山形県酒田市は最上川の河口に位置し、江戸時代には「西の堺、東の酒田」と呼ばれるほど繁栄した街であり、歴史的な建造物が多く残っている。酒田みらい橋は、そのような酒田市街地に位置し、橋の背景には鳥海山の雄大な景色を望むことができる(写真-2)。



▲写真-2 酒田みらい橋と鳥海山

そのため、単に技術的にチャレンジングな橋を堅実に造るのではなく、大胆なランドスケープデザインをも取り込んだよりデザイン性の強い、センセーショナルな橋と設定されてしまったのである。その構造的な特徴を以下に示す。

- ① 橋本体に鉄筋を1本も用いない繊維補強コンクリート構造とした。
- ② 鉄筋を配置しないことにより、かぶり等の制約がなくなり、上床版厚5cm、ウェブ厚8cm(写真-3)といった従来のコンクリート橋ではあり得ない究極の部材厚を実現した。
- ③ 河川内に橋脚を設けずにスパン50mの単径間とし、桁端部は計画高水位等の桁高制限から55cmの超低桁高とした。

3 構造概要

これらのデザイン思想によって設計された本橋の一般図および断面図が図1・1、図1・2である。この橋は、外ケーブル方式の単径間箱桁橋で、橋桁は橋

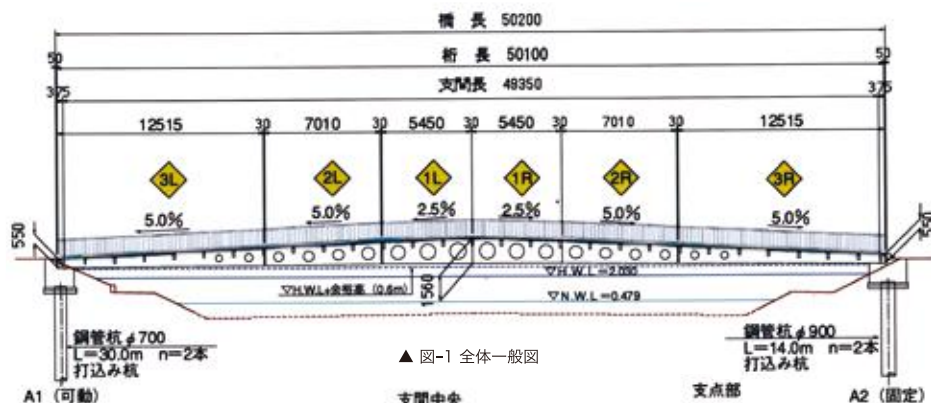
④ ウェブに大きな円形開口を数多く設け、コンクリート橋としては独特なフォルムを形成すると共に、軽快感を演出した(写真1・4)。



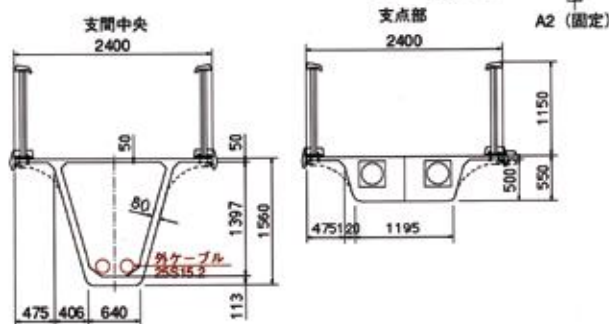
▲ 写真-4 独特なフォルム



▲ 写真-3 桁断面



▲ 図-1 全体一般図



▲ 図-2 断面図

軸方向に6分割され、工場製作されたUFCプレキャストブロックが桁内に配置された2本の大容量外ケーブル(25S15・2B)によって連結されている(写真1・5)。支間中央断面図に見られるような大胆な部材厚低減により、従来のPC橋の1/4程度の自重に抑えられており、桁端部で桁高スパン比が1/91といった驚異的な低桁高を実現している。

4 開発と施工の同時進行

優れたUFC材料とデザイン性に富んだ設計を手に入れたのはいいが、その橋の建設には大きな課題が残っていた。UFC部材の製作技術の開発と施工技術の開発が、橋の建設工事と全くの同時進行であったのである。着工(4月)から完成(10月)までの7ヵ月間に、開発実験とこの橋の技術委員会の開催を交互に実施し、様々な検討や確認実験により十分な構造安全性を検証しながらも、同時に建設工事(写真1・6)が進められた。振り返ってみると、無謀ともいえる大胆な開発、そして建設であったが、それと同時にとてもスリリングでエキサイティングな時間でもあった。



▲ 写真-5 大型開口部と桁内の外ケーブル

5 やむを得ない

これらの新しい試みにより、酒田みらい橋は、土木学会田中賞(作品賞)をはじめとして数多くの賞を受賞することができた。また、この橋で得られた多くの実験結果や知見をベースとして、2004年には土木学会からUFC指針が刊行され、その後のUFC橋や、羽田空港D滑走路へのUFC床版の適用へ繋がっている。酒田みらい橋は歩道橋であるため、誰でも渡ることができる。河川敷に下りれば、UFCの部材に直に触れることもできる。酒田にお立ち寄りの際には、酒田のとても美味しい魚とお酒と共に、建設当時と変わらぬ酒田みらい橋を体験することを是非お勧めしたい。



▲ 写真-6 センターブロックの架設



▲写真-1 別埜谷橋全景

名橋をめぐって

徳島自動車道

べつ そ だに ばし

別埜谷橋

超高耐久橋梁の実現



西日本高速道路(株)
四国支社
建設・改築事業部長

おお しろ たけ し
大城 壮司

1 別埜谷橋の概要

本技術を採用した別埜谷橋は、図1-1に示す徳島自動車道の土成IC（脇町IC区間に位置する高速道路橋である。開発した超高耐久のプレストレストコンクリート橋とは、腐

現させた。

このような背景を鑑み、西日本高速道路(株)と三井住友建設(株)は、鉄筋やPC鋼材などの腐食による劣化の原因となる鋼材を使用しない超高耐久のプレストレストコンクリート橋を共同開発し、高速道路橋として実現させた。

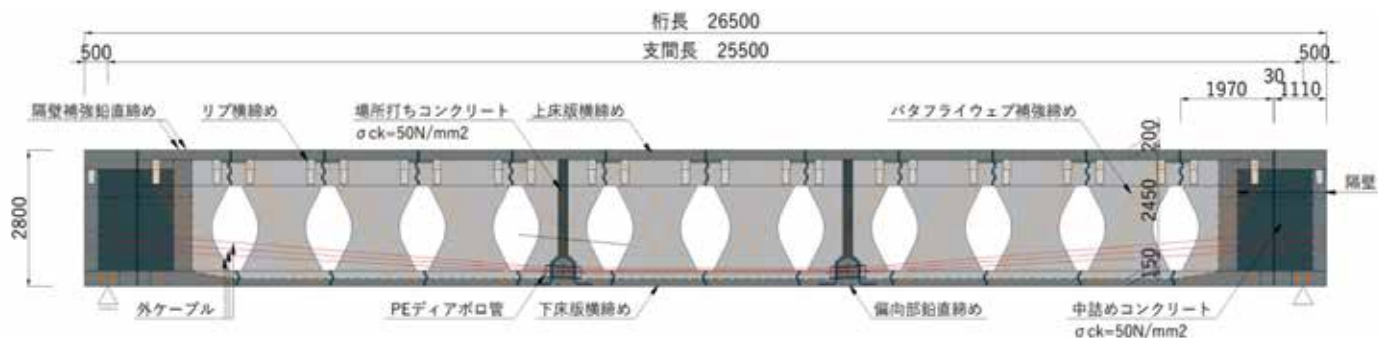
1867年にフランスの技術者モニエにより鉄筋コンクリート技術が披露され、1928年のフレシネーによるプレストレストコンクリートの発明によって、コンクリート橋は急速に普及し、その支間は飛躍的に大きくなった。これらの技術は現在も社会基盤の整備に大きく貢献している。しかし、塩害や中性化などにより、鉄筋やPC鋼材が腐食し、構造的な性能の低下が発生した事例や、鉄筋の腐食膨張によりコンクリート片がはく落した事例などが近年になり報告されるようになった。社会インフラのストック量が増大しているなか、これらの維持管理が大きな負担になることが予測される。



▲図-1 別埜谷橋 位置図

食劣化の原因となる鉄筋やPC鋼材に代わって、非腐食材料である繊維強化プラスチック（FRP）を緊張材や補強材に使用して橋梁上部構造を成立させた橋梁であり、「Durable Bridge」と呼称している。

本橋の構造は支間長25・5m、桁高2・8mの単径間のバタフライウェブ箱桁橋である（図1-2）。PC鋼材に代わる緊張材としてアラミド繊維強化プラスチック（AFRP）ロッドを用いている。ウェブには、せん断耐力を向上させるために高強度繊維

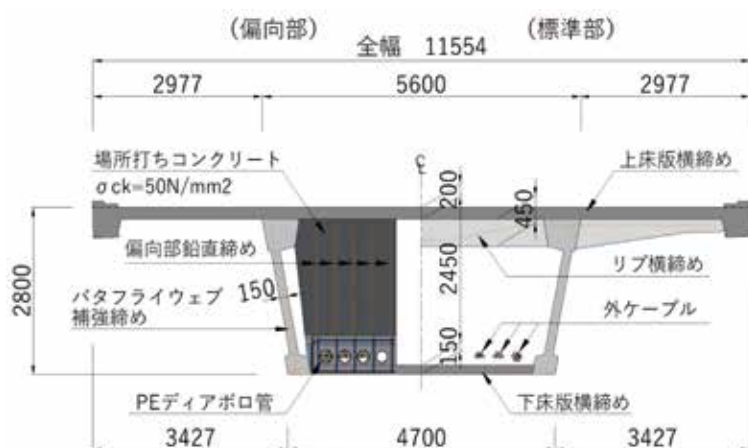


▲ 図-2 別埜谷橋 構造一般図

2 セグメントの製作と架設

補強コンクリート（設計基準強度： $\sigma_{ck} \parallel 80 \text{ N/mm}^2$ ）を使用したバタフライウェブ構造とし、軽量化とせん断補強の合理化を図っている。

本橋は高品質化と現場作業の省力化のためにプレキャストセグメント工法を採用している。バタフライウェブパネルはプレテンション設備内に設置した蝶々形の型枠上でAFRPロッドを緊張配置し、繊維補強コンクリート



▲ 図-3 断面図

3 おわりに

別埜谷橋は架設完了から現在に至るまでモニタリングを継続しており、設計で想定した挙動であることを確認している。

本橋の設計耐用年数は100年を

超える。そのため点検以外のメンテナンスコストやコンクリート片の落下などのリスクは生じないものと考えている。また、大規模な補修や架け替えが不要であれば、それに伴うCO₂排出量の抑制も期待できる。建設中には多くの技術者に視察していただき現地に活気が生まれたことや、現場を説明するために若手社員が難しい技術を勉強して来場者に説明するなど、新技術を採用することによって想定していた以上の効果もあった。

なお、本橋は、2021年に土木学会田中賞（令和2年度）、PCI学会賞、fib2022アワード、日本クリエイション大賞2022におけるインフラ技術賞を受賞している。



▲ 写真-2 若手社員による現場紹介