

# Index

PCプレス  
2022 / Jan.  
vol.027

- #001 [名橋をめぐる] 特別寄稿 PC 橋技術の変遷 1 p.1
- #002 [特別座談会] 未来を担う若手技術者へ p.8
- #003 [明日を築くプロジェクトの風景] 中部横断自動車道 p.20
- #004 [こんなところにPCが!] さざなみタウン ながはま文化福祉プラザ p.24
- #005 [教育・研究の現場から] 愛媛大学大学院 コンクリート研究室 p.26
- #006 仕事場拝見 p.28
- #007 [よくわかる! PC 基礎講座 ③] ポストテンション方式の「定着」 p.31
- #008 PCニュース～北から南から～ p.32

## 社会を支えてくださるすべての方々に 感謝を申し上げます

新型コロナウイルス感染症のリスクと闘いながら、  
命と暮らしを守ってくださっているすべての方々へ  
心から感謝を申し上げます。



表紙のイラスト／榊川橋  
「明日を築くプロジェクトの風景」で紹介した  
中部横断自動車道（山梨・静岡間）に架橋さ  
れた榊川橋をイラストとして描いたものです。

## 広報誌の名称について



は、  
コンクリート(C)にプレストレス(P)の力が  
作用した様子を表現したもので、  
「プレス」は定期刊行物を意味しております。

▲ 浜名大橋(静岡県)

#001 名橋をめぐって

【特別寄稿】

# PC橋技術の変遷 1



東京工業大学名誉教授

にわ じゅん いち ろう  
二羽 淳一郎

わが国のPC橋第1号は1951年に完成した橋長わずか11.6m(支間3.87m)の長生橋です。この70年間、PC橋は関係者のさまざまな創意工夫や努力により多様な発展をして、現在では最大支間250mを超える橋が数多く実現しています。

PCプレスでは、このPC橋の歴史について橋梁を紹介しながら訪ねていこうという特別企画「名橋をめぐって」をシリーズで掲載することにいたしました。本企画では、PC創世期から現在に至るまでのPC橋技術の変遷を、高速道路・新幹線の建設が始まった高度成長期から現在までに建設されたエポックメイキングなPC橋に焦点を当てて紹介するとともに、特筆すべきPC技術や橋梁構造についても紹介します。

シリーズの開始に先立ち、PC橋の技術の変遷について東京工業大学の二羽淳一郎名誉教授に2回にわたりご執筆をお願いいたしました。

## はじめに

プレストレストコンクリート（以下、PC）が考案されたのは1920年代にさかのぼるが、世界で初めて、高強度の鋼材を緊張して、高強度のコンクリートに確実に定着する技術が確立されたのは1939年のフレシネー工法の開発まで待たねばならなかった。そしてプレキャストセグメントを用いたフランスのルザンシー橋の完成は戦後の1946年であった。わが国は、この技術にいち早く注目し、1930年代からドイツやフランスの文献を参考にして基礎

的な研究を進め、さらに実用化に向けてさまざまな研究が行われた。そして、1951年にプレテンション方式のPCスラブ橋である長生橋が建設された（写真1）。また1953年にはポストテンション方式のPC道路橋である十郷橋が建設された（写真2）。一方、鉄道橋の分野では1954年に国鉄の信楽線（現信楽高原鉄道）に第一大戸川橋梁（写真3）が建設された。支間30mで4本のポストテンション方式のI桁から構成されている第一大戸川橋梁は、PCに関する当時のわが国の実力を示すものといえるが、建設後68年を

経た現在でもなお問題なく供用されている。本橋はわが国初の本格的なPC鉄道橋であり、今なお高い品質を保つ優れたコンクリート構造物であることから、2021年8月に国の重要文化財に指定されている。

## PC橋の黎明期

1950年代はPC橋の黎明期といえる。この頃、ドイツではディビダーク工法による片持ち張出し架設工法が実用化され、実際にドイツ西部のヴォルムスでライン川に架かる支間長114mにおよぶニーベルゲン橋が

建設されていた。1952年に行われた現地視察に基づき、この技術をいち早く導入した別子建設（現三井住友建設）の齋藤武幸は、種々の困難を乗り越え、同工法を適用して、相模湖を周回する国道412号線で1959年に支間長51・2mの嵐山橋（写真4）を完成させている。PC橋の発展の歴史はその長大化・長支間化の歴史であったと考えるが、片持ち張出し架設は、従来の支保工施工が困難であった溪谷・海峡・大河川上での桁橋の施工を、桁下の制約条件に関係なく、容易なものとした。そして桁橋の長支間化を可能としてみたのである。



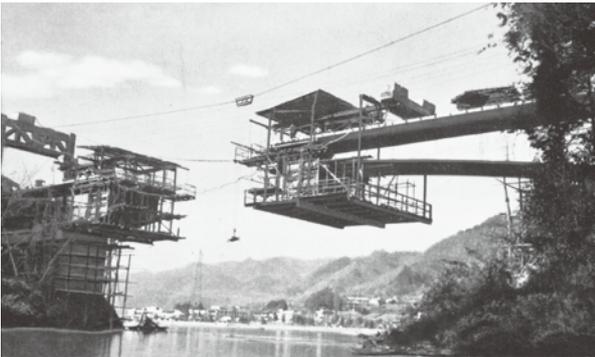
▲写真1 長生橋(石川県)



▲写真2 十郷橋(福井県)



▲写真3 信楽線(現信楽高原鉄道)第一大戸川橋梁(滋賀県)  
(写真提供:極東鋼弦コンクリート振興株)



▲写真4 嵐山橋(神奈川県)



▲写真5 目黒架道橋(東京都)

## PC橋の進展期

1964年の東京オリンピック、1970年の大阪万博、それに合わせた東海道新幹線や名神・東名高速道路の整備など、1960年代から1970年代のわが国の高度経済成長とともに各地で社会インフラの整備が進められた。PC橋においてもその進展期を迎えた。

以降は土木学会田中賞、あるいはPC工学会の作品賞を受賞したPC橋の中から抜粋して、その歴史を概観することとした。なお以下では各橋の受賞年で記述することとする。



▲写真6 名護屋大橋(佐賀県)



▲写真7 横黒線(現JR北上線)鷲の巣川橋梁(岩手県)

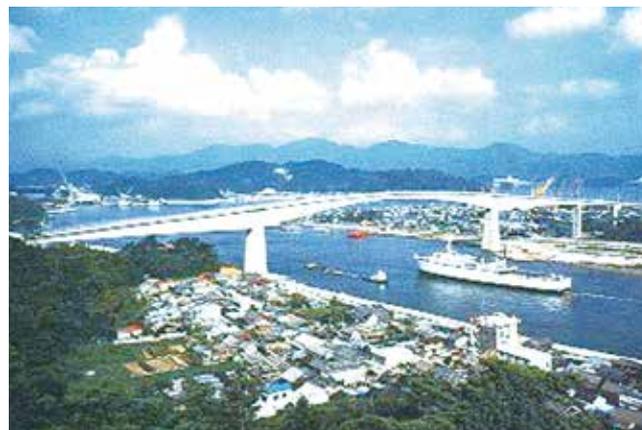


▲写真8 山陽新幹線加古川橋りょう(兵庫県)

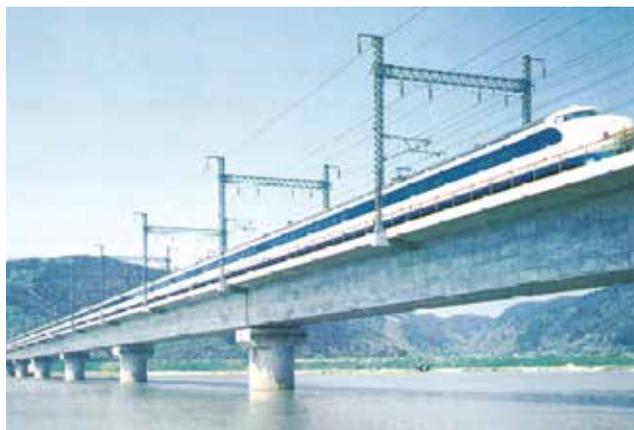
首都高速道路の目黒架道橋(1966年、写真5)はわが国初のプレキャスト箱桁を使用した都市内高架橋であり、PC橋の将来の指針を示すものとなった。佐賀県唐津市の名護屋大橋(1967年、写真6)は橋長258m、中央支間長176mの堂々たる3径間連続有ヒンジラーメン橋である。設計上の簡便さから支間中央にはヒンジが設けられている。嵐山橋の竣工から10年を経ずして、このような長大PC橋が建設されたことは驚くばかりである。

鉄道橋では、国鉄横黒線(現JR北上線)の鷲の巣川橋梁(1962年、写

真7)が建設された。本橋は橋長92.9m、中央支間長44.0mの3径間連続箱桁橋であり、鉄道橋としては世界で初めて片持ち張出し架設が適用された。その後、山陽新幹線の加古川橋りょう(1970年、写真8)や吉井川橋りょう(1971年、写真9)が建設された。加古川橋りょうは支間長55.6mで9径間の橋梁であるが、騒音・振動の軽減と急速施工の実現のため、プレキャストブロックを用いた片持ち張出し架設が採用された。吉井川橋りょうは橋長668.7mで主要部には支間長73.2mの2径間連続桁が4連配置されている。



▲写真10 浦戸大橋(高知県)



▲写真9 山陽新幹線吉井川橋りょう(岡山県)

道路橋では桁橋の長支間化がさらに進み、浦戸大橋（1972年、写真10）、浜名大橋（1976年、写真11）、江島大橋（2004年、写真12）など、各地で長大PC桁橋が建設されることとなった。浦戸大橋は橋長601.5m、中央支間長230mの5径間連続有ヒンジラーメン箱桁橋である。本橋はわが国で最初に支間長200mを超えたPC橋であり、高知市の浦戸湾を跨ぐ支間長230mは建設当時世界最長であった。その4年後に完成した浜名大橋も橋長631.8m、中央支間長240mの5径間連続有ヒンジラーメン箱桁橋であり、浜名湖の



▲写真11 浜名大橋(静岡県)

今切口を跨ぎ、遠州灘に続いている。支間長240mは建設当時世界最長であった。中海を跨いで鳥根県松江市と鳥取県境港市を結ぶ江島大橋も橋長660m、中央支間長250mの5径間連続有ヒンジラーメン箱桁橋である。この支間長はわが国最長であり、世界3位である。PC桁橋は支間長の観点からみれば、すでに十分に完成した段階に至ったといえる。

### PC斜張橋への展開

浜名大橋で支間長240mと世界最長に達したPC桁橋であるが、そ

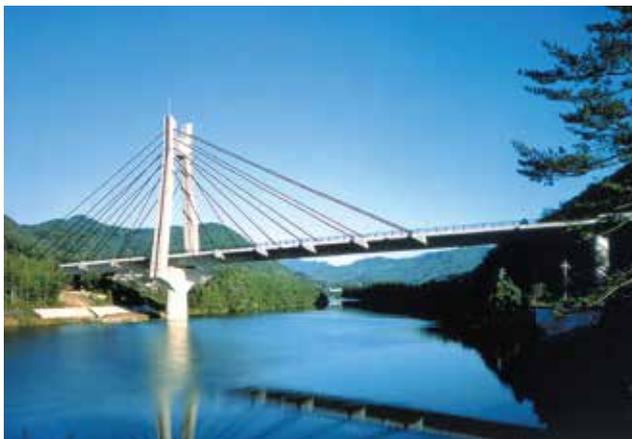


▲写真12 江島大橋(鳥根県・鳥取県)

の後は鋼橋と同じように、斜張橋やエクストラードード橋のような吊構造へと展開されていった。斜張橋は主塔から斜めに張られた複数のケーブルによって主桁が保持されるため、いわば主桁が多数の支点で支持された状態と等価である。このため、主桁に作用する曲げモーメントを減ずることができ、その結果、断面高さを低減できる。このため、主桁が軽量化され、長支間のPC橋を可能とする。ただし、高い主塔と多数の斜材ケーブルが必要となる。しかしながら、景観的に優れ、ランドマークとなることから人気のある橋種である。

わが国では、松ヶ山橋（1978年、写真13）から始まり、以後、新綾部大橋（1987年、写真14）、呼子大橋（1988年、写真15）、白屋橋（1991年、写真16）、東名足柄橋（1991年、写真17）、青森ベイブリッジ（1992年、写真18）、十勝大橋（1995年、写真19）、第二千曲川橋りょう（1995年、写真20）、矢部川大橋（2008年、写真21）等々、各地で建設されている。

松ヶ山橋は、三保ダム之余水吐きの下流側に設けられたダム管理用の橋梁で、単径間で橋長は96.5m、わが国初の張出し架設が行われたPC斜張橋である。新綾部大橋は、由良川とJR山陰本線を跨ぐ3径間連続PC



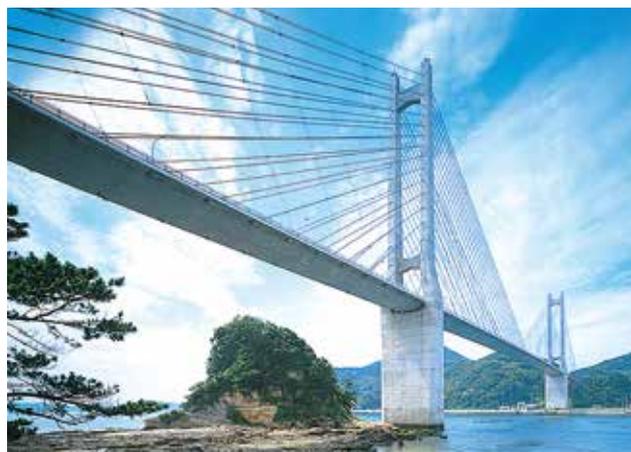
▲写真14 新綾部大橋(京都府)



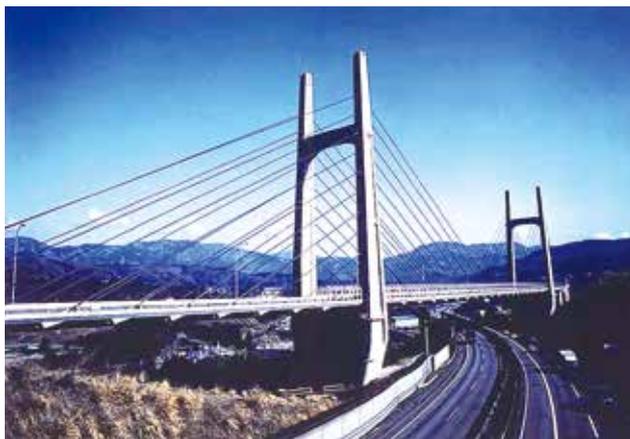
▲写真13 松ヶ山橋(神奈川県)



▲写真16 白屋橋(奈良県)



▲写真15 呼子大橋(佐賀県)



▲写真17 東名足柄橋(神奈川県)



▲写真18 青森ベイブリッジ(青森県)



▲写真20 北陸新幹線第二千曲川橋りょう(長野県)

斜張橋である。橋長は240m、最大支間長は110mであり、わが国で初めて最大支間長が100mを超えたPC斜張橋である。呼子大橋は、佐賀県唐津市の加部島と九州本土を結ぶ道路橋で、橋長は494m、中央支間長250mの3径間連続PC斜張橋であり、わが国の長大PC斜張橋の嚆矢である。白屋橋は、奈良県吉野郡川上村の大滝ダム湖面上に建設された2径間連続PC斜張橋である。橋長は225mで左右の支間長は125mと100mと非対称である。本橋の特徴は、全高124mに及ぶ高橋脚で、橋脚高74m、主塔高50mとなっている。

東名足柄橋は、東名高速道路改築工事の一環として大井松田IC(御殿場IC)間に建設された橋長370m、中央支間長185mの3径間連続PC斜張橋であり、現東名高速道路と上空で交差することから明快なランドマークとなっている。青森ベイブリッジは、青森駅と海上部を跨ぐ橋長498m、中央支間長240mの3径間連続PC斜張橋であり、幅員25mの広幅員主桁を逆Y形RC主塔から1面吊りした点に特徴がある。十勝大橋は、帯広市と音更町を結ぶ国道241号線が十勝川を渡河する地点に建設された橋長



▲写真19 十勝大橋(北海道)



▲写真21 矢部川大橋(福岡県)



▲写真22 小田原ブルーウェイブリッジ(神奈川県)



▲写真23 士狩大橋(北海道)

501m、中央支間長251mの3径間連続PC斜張橋である。幅員32.8mの広幅員主桁を独立1本柱のRC主塔から1面吊りしている。第二千曲川橋りょうは、北陸新幹線が左久平〜上田間で千曲川を渡河する地点に建設された橋長270m、支間

長134mの2径間連続PC斜張橋であり、新幹線橋梁ではわが国唯一のPC斜張橋である。その美しい形態から上田市のランドマークとなっている。矢部川大橋は、有明海沿岸道路が矢

部川を横過する位置に建設された橋長517m、中央支間長261mの3径間連続PC斜張橋である。支間長261mはわが国最長である。建設中に予期せぬ橋脚の沈下が発生したが、対策が講じられ、無事竣工を迎えている。

### PCエクストラードード橋への展開

桁構造によって長支間化を図るとどうしても桁高が大きくなって、桁の

自重が増加する。このため、斜張橋による長支間化が図られた。しかし、主塔から斜材ケーブルで主桁を支持するのではなく、主桁内に配置したPC鋼材を大きく主桁断面外に偏心させ、大きな曲げ抵抗を得ることを目指して生まれたのがエクストラードード橋である。これはフランスの Mathivat の

アイデアによるが実橋として実現させたのはわが国であり、それが小田原ブルーウェイブリッジ(1994年、写真22)である。桁橋と斜張橋の中間的

な橋種に位置づけられ、低い主塔と比較的水平に近いケーブル配置が特徴である。以後、士狩大橋(2000年、写真23)、都田川橋(2000年、写真24)、三内丸山架道橋(2008年、写真25)、余部橋りょう(2010年、写真26)など、多数のエクストラードード橋が建設されることとなった。

小田原ブルーウェイブリッジは、西湘バイパスが小田原港を跨ぐ地点に建設された橋長270m、中央支間長122mの3径間連続PC



▲写真24 都田川橋(静岡県)



▲写真25 東北新幹線三内丸山架道橋(青森県)

(写真提供:鉄道・運輸機構)



▲写真26 山陰本線余部橋りょう(兵庫県)

エクストラードード橋であり、この構造形式では世界最初のものである。土狩大橋は、帯広尾自動車道が芽室町で十勝川を渡河する地点に架設された、橋長610m、最大支間長140mの5径間連続PCエクストラードード橋である。耐震性を向上させるため、反力分散型ゴム支承が採用されている。都田川橋は、新東名高速道路が浜松市で都田川の急峻な谷を跨ぐ地点に架けら

れた橋長268m、支間長133mの2径間連続PCエクストラードード橋である。本橋は中央に設けられた高さ56・4mの橋脚に特徴がある。この橋脚は縦方向に配置した鋼管を軸方向鋼材に、横方向にらせん配置したPCストランドを帯鉄筋とした複合構造であり、施工性を改善しつつ、十分なせん断耐力と曲げ靱性を付与している。東北新幹線の三内丸山架道橋は、東北新幹線の

新青森〜七戸和田間の三内丸山遺跡に隣接する場所で、国道と河川を跨ぐ位置に建設された橋長450m、最大支間長150mの4径間連続PCエクストラードード橋であり、新幹線橋梁として支間150mは最長である。長支間でありながら高速走行のための厳しいたわみ制限と、遺跡側から目立たない低い主塔高さの要求を同時に満たす構造形式としてPCエクスト

ラードード橋が採用された。またこれがその後の長大新幹線橋梁のモデルとなった。余部橋りょうは、鋼トレスル橋脚で有名であった山陰本線の余部鉄橋の架け替えのために建設された橋長310・6m、最大支間長82・5mの5径間連続PCエクストラードード橋である。平面線形上の制約から、主桁を空中で移動旋回して架設している点が特筆される。