

道路におけるPCの歴史について

友保 宏*

1. はじめに

わが国におけるプレストレストコンクリート(PC)は、昭和3年(1928)にフレシネーが日本にPCの特許を出願したときに遡る。このPCの概念は、しばらくの間は注目されなかったが、鉄道の分野では昭和16年(1941)頃から研究されはじめ、昭和26年(1951)はプレテンションPC枕木の製造が始まった。道路の分野においても、同じく昭和26年にわが国最初のプレストレストコンクリート橋である長生橋が建設され、以後、道路におけるPCの歴史は半世紀になろうとしている。

わが国経済にとってこの半世紀は、戦後の混乱期からの復興をほぼ終え、高度成長過程を経て日本の経済システムを確立し、さらにオイルショックやバブル崩壊を乗り越えてきた時代であった。道路におけるPCも、経済の発展と歩調を合わせるかたちで半世紀間で大きな発展を遂げ、現在は第二東名・名神高速道路プロジェクトなどで新しいPC技術が一斉に花開いている。

本稿では、道路におけるPCについて、現在までの軌跡を10年ごとに区切り、私見に基づきその歴史を述べることにする。

2. 1950年代

1950年代は、経済面では1950年の朝鮮動乱特需がきっかけとなって戦後の混乱期からの復興をほぼ終え、高度成長期に入りつつある時代であった。道路においては、「第一次道路整備五箇年計画」が1954年に策定され、橋梁の架替えが全国で計画される中でPC橋の採用が検討されはじめ、PC橋普及のきっかけとなった。1956年に日本道路公団、1959年に首都高速道路公団が設立され、東京オリンピック開催(1964年)に向けての体制が整えられた。

先に述べたように、わが国において最初に架設されたPC橋は、石川県七尾市の長生橋(1951年、写真-1)であった。この橋は支間3.5mの3径間の単純床版橋であり、工場で製作されたプレテンション桁を人力、馬力によって架設し、

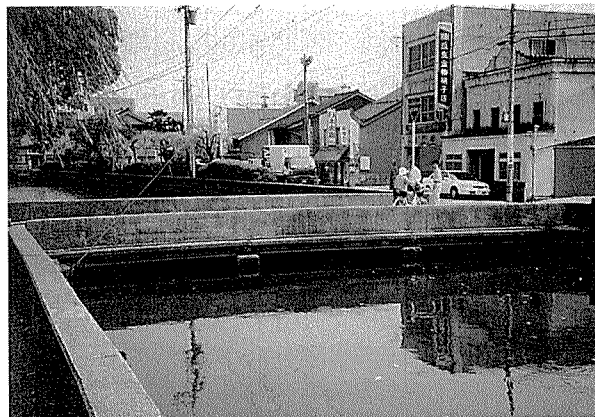


写真-1 長生橋

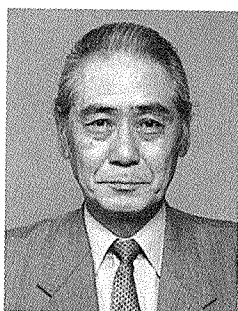
現場で間詰めコンクリートを打ち込んで横締めをして一体化したものである。この橋は、後のJIS規格JIS A 5313「スラブ橋用プレストレストコンクリート橋げた」の原型にもなった。

1953年には、道路橋として初めてのポストテンション橋である支間7mの東十郷橋(福井県：架設位置、以下同じ)が建設され、それ以後、比較的支間の長いポストテンション単純桁が建設されはじめた。ブロックポステン桁が用いられるようになると、プレテンション桁より支間は伸びたが、架設機械がそれほど進歩せず、最大支間は20m前後に留まった。

プレストレスによる2次力(不静定力)を考慮する設計法が紹介されてからは連続桁が多数設計され、これを支保工を用いて現場打ちする工法が用いられるようになった。PC橋の発注件数、規模の増加に伴って、現場でのコンクリートの品質管理手法が研究され、高品質なコンクリートが要求されるPC桁の製作が現場でできるようになってきた。この頃になると、レディーミクストコンクリートが普及しはじめ、支保工施工の現場打ち工法をさらに発展させた。

この時代は、架設機械も進歩してケーブルエクシジョン、タワーエクシジョン、ガーダーエクシジョン工法が誕生し、支間も40m程度を超えるまでになってきた。代表的なPC橋としては、福島県の上松川橋(1955年)、神奈川県名城ヶ島大橋(1957年)が挙げられる。城ヶ島大橋は桁を高所に架設しており、架設機械の進歩が窺われる。

また、1959年神奈川県相模湖畔に、ディビダーク工法により嵐山橋(写真-2)が張出し架設で初めて建設され、わが国における長大PC橋建設の流れが始まった。嵐山橋は、支間51.2mの有ヒンジラーメン橋であり、それまで山間の渓谷などで支保工の施工が困難な場所に、片持ち張出し架設を用いてPC橋の長大化を成し遂げた功績は非常に大きい。



* Hiroshi TOMOYASU

住友建設(株)
専務取締役 土木本部長

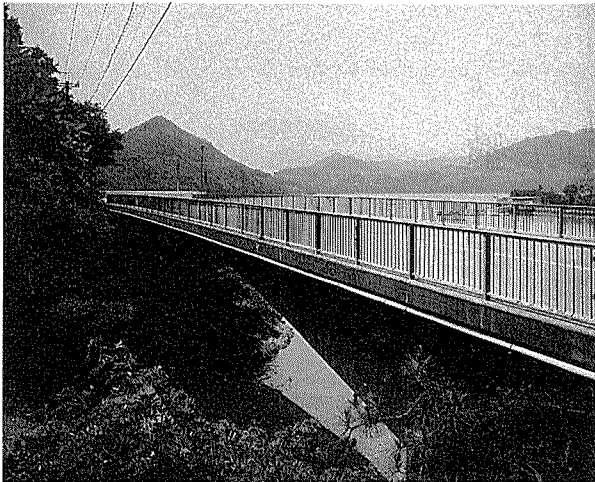


写真-2 嵐山橋

1955年にはプレストレスト・コンクリート工業協会、1958年にはプレストレストコンクリート技術協会が発足し、以降のPCの普及と発展に大きな役割を果たすことになった。また、PCに関する技術基準としては、1955年に土木学会「プレストレストコンクリート設計施工指針(案)」がわが国で初めて制定されている。続いて1956年に道路橋の設計自動車荷重が20t (TL-20) に改訂された。

PC鋼材定着工法については、1952年にフレシネー工法、1957年にBBRV工法、1958年にディビダーク工法、1959年にレオンハルト工法が、海外から次々と技術導入された。

3. 1960年代

1960年代は、高度成長期の真っ直中の時代である。1965年に始まったいざなぎ景気が6年にわたり続き、1968年にはわが国のGNPが米国に次いで第2位になった。対米貿易収支も黒字で日米経済摩擦も発生した。1962年には、新産業都市を開発拠点として過密都市問題と地域格差の解消を目指した全国総合開発計画が決定し、阪神高速道路公団が設立された。1969年には東名高速道路が全通し、さらに新幹線、高速道路網による国土1日交通圏化などを目指した全国総合開発計画が決定された。

この時代は、欧米諸国との技術水準の差がまだ大きかったことから、わが国はキャッチアップ過程に入っていた。道路におけるPCについても、当時は欧米の技術であったプレキャストセグメント構造、斜張橋、吊床版橋などの新しい形式へのチャレンジが始まった。

1960年代の前半は、1964年の東京オリンピックに向けて、名神・東名高速道路、首都高速道路などの工事の最盛期であり、支保工、足場を用いての現場打ちコンクリートによるPC橋の建設が主流となった。この頃になるとRC橋は、名神高速道路で中空床版橋が建設されたことを除いてほとんど施工されなくなった。

ポストテンション橋では、わが国初めての曲線PC箱桁橋である米神橋(神奈川県)が1960年に架設された。この橋は、橋長125.3m、支間30m、曲線半径120mであり、支承はねじりモーメントのバランスを考慮して構造中心に対して

偏心して配置された。単純ポストテンション橋は、建設省土木研究所により初めて標準設計が発刊されたことで、以後、国内に広く普及していった。

張出し工法による桁橋は長大化が進み、1961年に架設された盤の沢橋(北海道)が支間80m、1962年越野尾橋(宮崎県)が支間100mの壁を破った。続いて、1966年天草3号橋(熊本県)が支間160m、1967年名護屋大橋が支間176mを記録し、長大PC橋の時代が幕開けした。

また、PC技術を応用したアーチ橋としては、1966年に支間100mのフラットアーチ橋である新山清路橋(長野県)が、張出し工法により架設されている。

1961年には、鉄筋コンクリートにプレストレスを与えてひび割れ制御を行うPRC (PPC) が提案され、これを基本理念として1965年に世界初のPPC構造である上姫川橋(北海道)が建設された。上姫川橋は、橋長80m、中央支間48m、有効幅員7mの3径間連続ラーメン箱桁橋で片持ち張出し架設で施工された。その主桁に与えられるプレストレスは一般のPC橋の1/5程度であった。PPC構造の橋は、70年代初めまでに北海道内で3橋建設された後しばらく建設が途絶えたが、本格的なPPC橋として1991年に橋長751m、平均支間28mの観音寺高架橋(京都府)が建設され、現在ではコスト縮減の有効な工法の一つとなっている。

また、1966年にはわが国最初の張出し架設によるプレキャストセグメント橋である目黒架道橋(東京都)が建設されている。目黒架道橋は、中央支間39.5m、有効幅員15.2mの3径間連続箱桁橋で、道路を跨ぐ中央支間が片持ち張出しで架設された。セグメントはマッチキャスト方式で製作され、夜間の都電運行停止時間にトラッククレーンで架設された。

一方、この年代には吊り形式PC橋の歴史も始まった。1969年、大阪万国博覧会の会場内に新設の斜張橋としてはわが国初の万博東ゲート橋が建設された。この橋は支間37.8mの2径間連続斜張橋で、主桁は支保工を用いたプレキャストセグメント工法で架設された。

同じく万博会場内に建設された万博9号橋は、吊り支間21m、版厚10cmのわが国初の吊床版橋であり、張渡しケーブル(PC鋼棒)から型枠を吊ってコンクリートを打ち込んで建設された。

しかしながら、これらの新技術が一般化するには、以後かなりの時間を費やすことになる。斜張橋は1980年代前半、吊床版橋は80年代後半、PPC構造やプレキャストセグメント構造は、1990年代の後半になってようやく一般化してきた技術である。

4. 1970年代

1970年代は、高度成長が終わり1973年、1979年のオイルショックがわが国経済に、物価の急騰、戦後初めてのマイナス成長などの悪影響を与えた時代であり、半ばからは不況が深刻化していった。PC道路橋の分野でも、高度成長期における労働力不足が人件費の高騰を招いたことから、機械化施工あるいは急速施工によりコストを低く抑える必要が生じてきた。これに応えることのできる新工法として、大型移動支保工工法や押し出し工法が登場した。

大型移動支保工工法は、1973年完成の高島平高架橋（東京都、写真-3）で採用された。大型移動支保工はいわば空中に浮かぶ工場であり、メインガーダーから吊り下げた型枠で、支間25m、標準幅員18mの主桁を1径間ごとにほぼ10日サイクルで繰り返し製作していった。作業員の延人員数は、固定支保工工法に比べ半数以下ですみ、天候に左右されることもなく工事を進めることのできる点などで有利であり、この後、とくに都市内の高架橋の施工法として普及していった。

また、押し出し工法も橋体を工場のような設備をもつヤードで製作しようとする工法であるが、製作ヤードは橋の後方に固定されており、ここで製作された主桁を前方に押し出し、後ろに次々と主桁を接続していく工法である。1973年に完成した支間63mの幌萌大橋（北海道、写真-4）で初めてこの工法が採用された。

一方、小規模橋にはプレテンション桁が大量に使用されるようになり、架設のほとんどはトラッククレーンで行われるようになった。これまで、プレテンション桁のPC鋼材は直線状に配置されていたが、適用支間を伸ばすために曲上げ配置が始まった。

1960年代から発展してきた、張出し架設によるPC橋の長大化は、1972年には浦戸大橋（高知県）で支間230mを記録し、1975年の彦島大橋（山口県）の支間236mに続いて1976年に完成した浜名大橋（静岡県、写真-5）は支間240mに達し、PC橋として世界最大を誇った。こうしてわが国で世界最大クラスの長大橋が次々と建設された。

これらの長大橋は、すべて有ヒンジラーメン構造である。この構造は架設系断面力と完成系断面力がほぼ一致するため、張出し工法で架設するにあたって余分な補強鋼材を必要とせずむなど、長大橋建設の経済性向上に大きく寄与し、これが張出し工法発展のもととなった。

一方、最も安定した構造の一つであるコンクリートアーチ橋は、架設にPCを応用することにより見直され、1974年に外津橋（佐賀県）が世界で初めてトラス張出し工法により建設された。外津橋は、アーチ支間170mの2ヒンジアーチ橋であり、アーチリブ、上床版、鉛直材およびPC鋼材を利用した斜吊り材によりトラス構造を形成しながら張出し架設が行われた。また、上床版の施工に特殊な移動支保工が用いられたほか、施工時断面力に対処するために上床版とアーチリブに外ケーブルを配置するなど、画期的な施工が行われている。

1977年に、初めての上路式吊床版橋である速日峰橋（宮崎県）がプレキャスト部材を使用して足場・支保工を用いずに建設されている。

1973年には、プレストレスト・コンクリート工業協会が(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会として再発足し、現在正会員41社を擁するまでに発展している。

5. 1980年代

1980年代は、オイルショックを受けた後、省エネルギー、省資源の取組みが進む一方、コンピュータとくにパソコンが急速に普及し、すべての産業に大きな影響を及ぼしはじめた時代である。PC道路橋の分野でも、この時代に

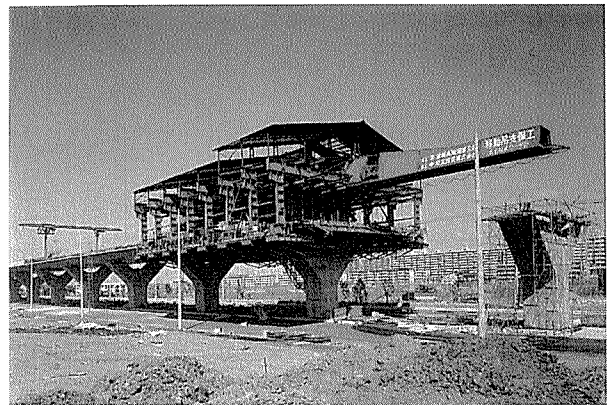


写真-3 高島平高架橋

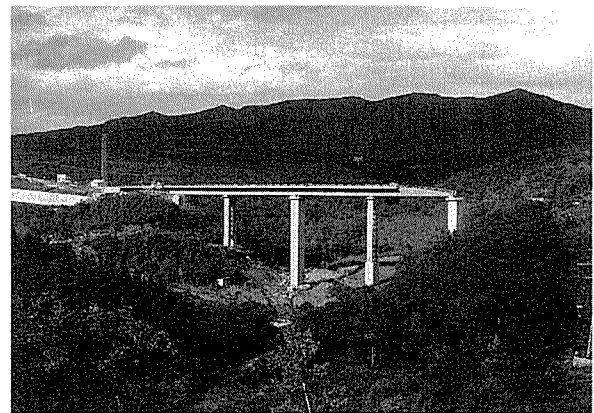


写真-4 幌萌大橋



写真-5 浜名大橋

なると長大橋の建設が桁橋からアーチ橋へ、少し遅れて斜張橋へと移っていった。これは、コンピュータが大いに進歩し、長大橋に不可欠な技術である斜吊り張出し架設中の架設計算やマルチケーブル方式斜張橋の設計・架設計算が容易に行えるようになったことが大きく影響している。

アーチ橋は、1978年完成の帝釈橋（広島県）で、架設時断面力を低減できる工法として、アーチアバット上の橋脚上にピロン柱を設け、アーチリブ、メラン材をピロン柱から斜吊りしながら張出し架設をする工法（ピロン・メラン張出し工法）が世界で初めて開発され、その後、山岳部で長大アーチ橋が多く建設されるようになった。1982年完成の宇佐川橋（山口県、写真-6）が東洋で初めてアーチ支間200mを突破し、1989年にはアーチ支間235mを有する別府明礬橋

(大分県, 写真-7) がトラス・メラン張出し工法で建設された。

斜張橋については, 1982年に道路橋としてわが国初のPC斜張橋である錦岡3号橋(北海道)が建設され, 1987年に新綾部大橋(京都府)が支間100mを超えて長大化を進めた。1988年に完成した呼子大橋(佐賀県)では支間250mを達成し, 12年ぶりに浜名大橋のもつPC橋の最大支間の記録を塗り替えた。呼子大橋は, 主桁支持形式がフローティングタイプ, ケーブル配置がマルチケーブルタイプの3径間連続斜張橋である。

桁橋は, この年代に入ると日本列島を横断する高速道路の建設が進むようになり, 山岳地に有利な多径間連続ラーメン橋が増加してきた。代表的なものに, 1986年完成の岡谷高架橋(長野県)が挙げられ, また新しい架設工法として, 移動架設術を用いた張出し工法が1982年完成の月夜野大橋(群馬県)で採用されている。1988年に全線開通した瀬戸大橋には, 海峡部に吊橋や斜張橋などの長大橋が連なり, その前後に樞石島高架橋, 与島高架橋, 番の州高架橋など大規模なPC高架橋が建設された。

吊床版橋は, 1987年に支間63mのひぐらし橋(愛媛県)が力学的特性を改善する設計手法を確立して建設されたことが契機となって, 以後, 多くの吊床版橋が建設されるようになった。1989年に建設された梅の木轟公園吊橋(熊本県)で初めて支間100mを超え, さらに普及していくことになる。

この時代に登場した技術に, 外ケーブル構造がある。外ケーブルは, 70年代から既設構造物の補強に用いられてきたが, 新設橋としては1981年に第十根尾川橋(岐阜県)で初めて採用された。しかし, 本格的な外ケーブルが研究され外ケーブル構造が一般化するのには1990年代の後半であり, プレキャストセグメント構造の普及と連動したかたちで一般化していくことになる。

一方, 1980年代は, コンクリートの分野においては, その耐久性がクローズアップされはじめた時代であり, 塩害とアルカリ骨材反応というコンクリート構造物の耐久性に関わる2つの大きな問題が1983年に顕在化した。

塩害については, 飛来塩分など原因の調査が行われ, 耐久性設計の手法を取りまとめた「道路橋の塩害対策指針(案)同解説」が1984年に刊行されている。アルカリ骨材反応によるコンクリートの劣化対策や塩害補修については, 建設省総合技術開発プロジェクト「コンクリートの耐久性向上技術」(1985年~1988年)において技術開発が進められ, その成果がアルカリ骨材反応の抑制技術, 塩害補修の指針として取りまとめられた。

また, 塩害問題の解決策の一つとして, 繊維強化プラスチック(FRP)を緊張材として用いる技術開発が進み, 支間5.76m, 有効幅員7mの炭素繊維緊張材(CFRP)を用いたプレテンション方式PC床版橋の新宮橋(石川県, 写真-8)が1988年に初めて建設された。その後, CFRPによるポストテンション方式のPC道路橋, アラミド繊維緊張材(AFRP)によるプレテンション方式およびポストテンション方式のPC道路橋などが建設されている。

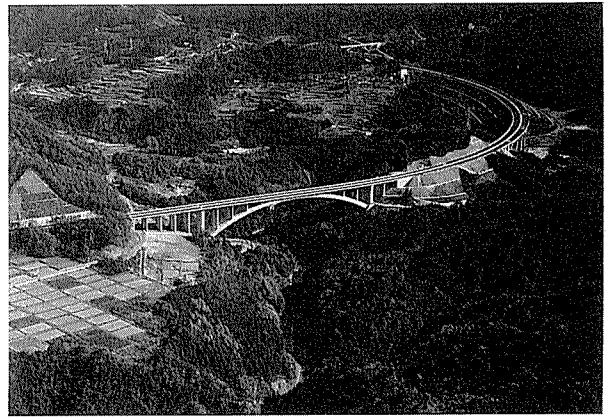


写真-6 宇佐川橋

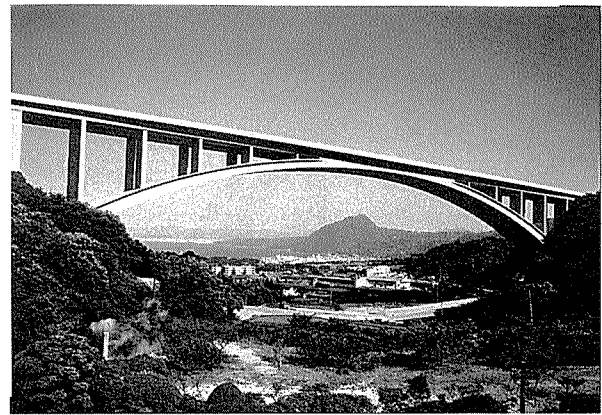


写真-7 別府明礬橋



写真-8 新宮橋

6. 1990年代

1990年代は, いわゆるバブルの崩壊から始まった。1980年代後半, 急騰した株価や地価などの資産価格が1990年代に入って急落し, 建設産業にも大きな影響を与えた。PC道路橋の分野においてもこの影響を大きく受け, コスト縮減を目的とする技術開発が進められた。その成果の一つとして工事の大規模化, 省力化, 工期短縮を可能とするプレキャストセグメント工法が普及してきた。この工法に外ケーブルを取り入れた構造の実用化が進められ, 重信川高架橋(1996年, 愛媛県, 写真-9)において外ケーブル併用プレキャストセグメント工法が本格的に採用された。

この橋は, 最大支間47.8mの4径間~6径間連続ラーメン橋を連ねた橋長1901mの高架橋で, わが国で初めて内外

ケーブルを併用したプレキャストセグメント橋である。749個のセグメントはショートライン・マッチキャスト方式で製作され、支間一括架設工法により1径間を7日～8日のサイクルで架設した。この橋での実績を受けて、第二東名・名神高速道路では全面的にこの工法が用いられることになる。

PC斜張橋はさらに長大化が進み、1996年完成の伊唐大橋(鹿児島県、写真-10)では支間260mに達した。また、支間210mの大芝大橋(1997年、広島県)は、主桁をプレキャストセグメントのエッジガーダーとしている。このように、長大PC橋の主流をなすことになったPC斜張橋は、設計の自由度が高いことからさまざまなタイプが建設され、支間490

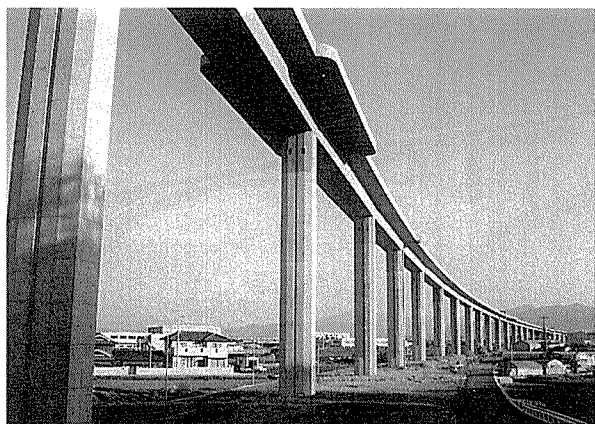


写真-9 重信川高架橋

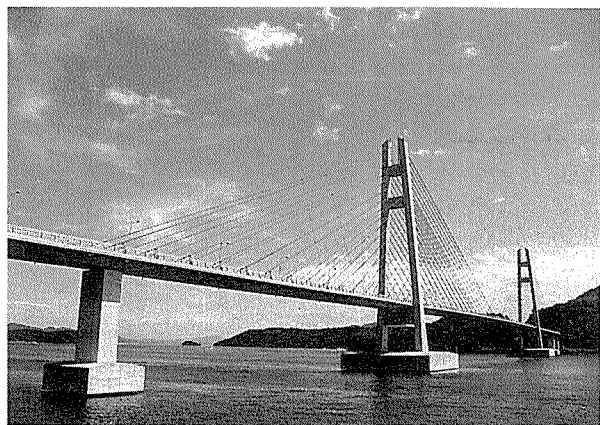


写真-10 伊唐大橋

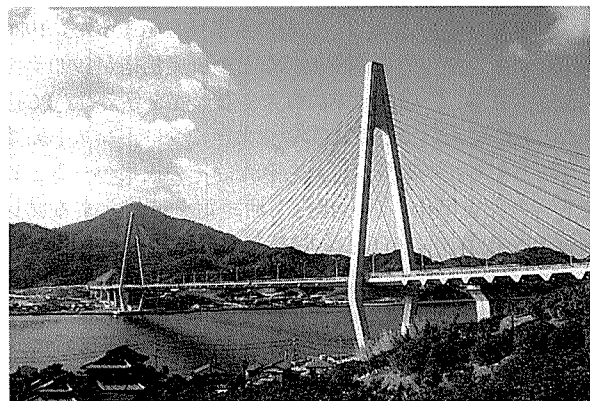


写真-11 生口橋

mの生口橋(1991年、広島県、写真-11)のように鋼とコンクリートの複合構造とした橋も現れた。

斜張橋あるいは外ケーブル構造を発展させた形式であるエクストラードロードPC橋は、フランスのJ. Mathivatが1988年に提唱した新しい構造形式で、高さの低い主塔から主桁に斜張ケーブルを張り渡したPC橋である。力学的には、斜張ケーブルに斜張橋のように主桁を吊り上げる効果よりも、偏心を大きくとった外ケーブルとしての効果を期待している。提唱は海外であったものの実用化はわが国が最初であり、1994年に完成した支間122mの小田原ブルーウェイブリッジ(神奈川県、写真-12)が世界で初めてのエクストラードロードPC橋となった。この構造形式は中規模PC橋に対してコスト縮減効果が期待できる形式と考えられていたが、長大橋への適用性にも優れていることから、つくらは橋(兵庫県)、蟹沢大橋(秋田県)で最大支間180mの長大橋が実現している。

また、この時代には、コンクリートと鋼を複合することにより軽量化およびコスト縮減を図ろうとする形式として、波形鋼板ウェブ箱桁橋が登場した。1993年わが国で初めての波形鋼板ウェブ箱桁橋である新開橋(新潟県、写真-13)が完成し、1999年には、片持ち張出し工法で支間97mの本谷橋(岐阜県)が建設された。

PC防震橋については、支間30.5mの3径間連続箱桁橋である丸木橋(岩手県)が1992年に初めて建設されていたが、1995年1月の兵庫県南部地震を受けた道路橋の耐震設計基準の大幅な改訂で、免震支承の推奨などが盛り込まれて以後、多く建設されるようになった。この形式では、超多径間化が可能となり、橋長725mで29径間連続箱桁橋を含む総

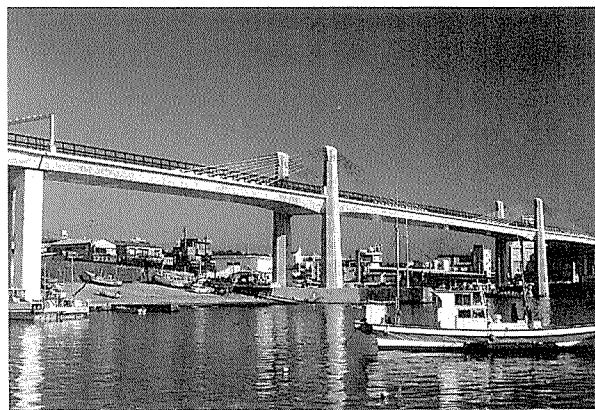


写真-12 小田原ブルーウェイブリッジ

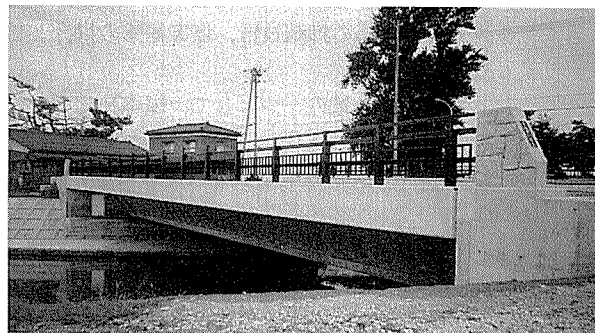


写真-13 新開橋

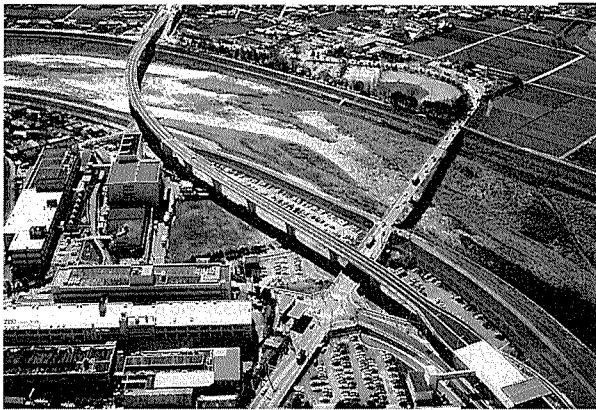


写真-14 大仁高架橋

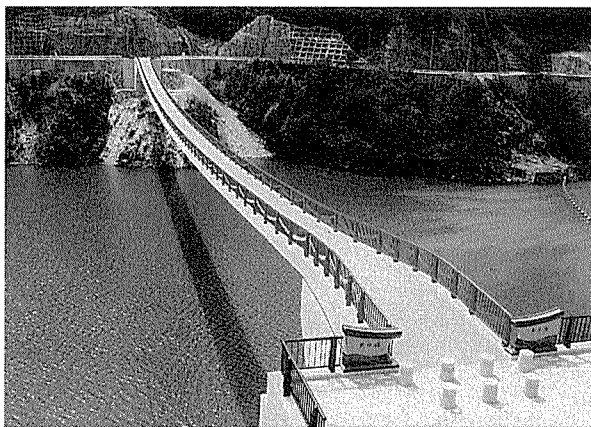


写真-15 夢吊橋

延長1 929 mの大仁高架橋（静岡県，写真-14）が1997年に建設された。

渓谷などに人道橋などを架橋する場合に最も経済的な形式の一つとして普及してきた吊床版橋は，1996年に建設された夢吊橋（広島県，写真-15）で，147.6 mという世界最大支間を記録した。また，世界に類を見ない独特な形式として，多径間連続上路式吊床版橋の潮騒橋（静岡県，写真-16）が1995年に建設されている。

技術基準については，1993年に道路橋の設計自動車荷重が37年ぶりに改訂され，それまでの20 t (TL-20) から25 t に引き上げられた。これにより，既設橋の補強が多く行われるようになった。また，1996年には土木学会から「連続繊維補強材を用いたコンクリート構造物の設計・施工指針(案)」が刊行され，FRP緊張材・補強材に対するわが国の先進技術を内外に示した。

7. 2000年代

始まったばかりのこの時代は，1990年代後半から活発に進められてきたさまざまな新技術への取組みが成果を上げ，実橋に取り入れられていくものと考えられる。たとえば，コンクリートと鋼の複合構造は，その発展が大いに期待される技術で，第二東名高速道路の揖斐川橋・木曾川橋（三重県，写真-17）は，エクストラードズド橋にコンクリートと鋼の複合構造を取り入れた橋である。橋長1 397 m，1 145 mというわが国屈指の大規模橋であり，最大支間もそ

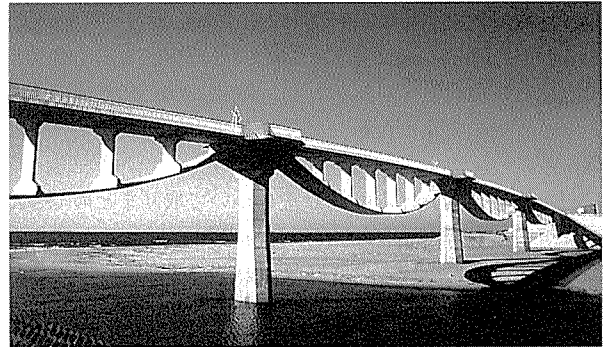


写真-16 潮騒橋

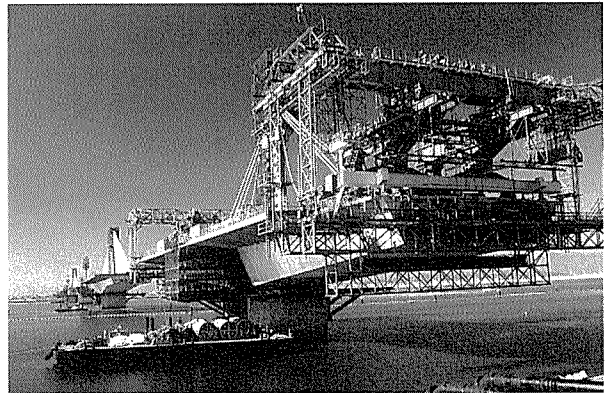


写真-17 揖斐川橋

れぞれ271.5 m，275 mと，コンクリート系の橋としてわが国最大を達成することになる。

アーチ橋にも，複合構造が適用されはじめており，建設中の富士川橋（265 m，静岡県）は，アーチリブをコンクリート，補剛桁を鋼桁とPC床版の複合構造とすることにより長大化を目指している。

また，中規模橋の合理化を目的として複合構造を取り入れた波形鋼板ウェブ箱桁橋も，今後さまざまな改良が加えられながら，広く採用されていくものと考えられる。同様な中規模の複合構造として，ウェブを鋼トラスとした複合トラス橋などの研究開発もなされている。

このほか，プレキャストセグメント，外ケーブル構造，PPC構造なども，第二東名・名神高速道路のプロジェクトを中心に，より一層の発展を遂げるものと考えられる。

8. おわりに

50年にわたる道路におけるPCの発展の軌跡は，1950年代にプレテンション桁，ポストテンション桁から始まり，1960年代に入って張出し工法による長大化へと進み，1960年代終わりから1970年代にPC橋の長大化がさらに進展するとともに，さまざまな構造形式へのPC技術の適用拡大，機械化施工，急速施工などの流れも始まった。1980年代になると，PC橋の長大化は，桁橋からアーチ橋や斜張橋に発展し，1990年代に入ってコスト縮減の取組みがさまざまな方向のアプローチから始められた。そして，2000年代は複合構造，外ケーブル構造，PPC構造などを応用したコスト縮減，軽量化，合理化の流れが始まったところと言える。

21世紀のPC構造への取組みと発展は，これまでの社会的

ニーズに加えて、高品質、高耐久の保証、ライフサイクルコスト (LCC) による経済性の評価、形式や施工法、材料までも考慮した環境への配慮など、50年にわたるPC橋のこれまでの歴史になかった新たな段階を迎えようとしていると考える。

以上、道路におけるPCの歴史について取りまとめたが、著者の浅学のために十分な内容とすることができなかつたところについてはご容赦をいただきたい。本稿がいささかなりとも、これまでの道路におけるPC技術の歴史についての参考になれば幸いである。

参 考 文 献

- 1) 橘田, 小村: PC橋架設工法総覧, 技報堂出版, 1984.4
- 2) プレストレスト・コンクリート建設業協会: 三十年史: 1985.3
- 3) プレストレスト・コンクリート建設業協会: プレストレストコンクリートの30年, プレストレストコンクリート技術協会PC技

- 術講習会テキスト, 1986
- 4) 池田: 最近のプレストレストコンクリート構造物の発展について, プレストレストコンクリート技術協会第18回技術講習会テキスト, 1990
- 5) 小村: PC橋架設工法総論, 最新PC橋架設工法, プレストレストコンクリート技術協会, 1990.4
- 6) 佐藤: 張出し工法概論, 最新PC橋架設工法, プレストレストコンクリート技術協会, 1990.4
- 7) 水口: 道路橋におけるPRC構造について, プレストレストコンクリート, Vol.34, No.6, 1992
- 8) 西澤: PRC橋の設計, 技報堂出版, 1993
- 9) プレストレストコンクリート技術協会: PC構造物の歴史散歩, プレストレストコンクリート, Vol.35, No.6, 1993
- 10) 西川, 近藤, 大塚, 石川, 野村: 我が国における最近のPC斜張橋, プレストレストコンクリート技術協会第22回PC技術講習会テキスト, 1994
- 11) 日本道路協会: 日本道路協会五十年史, 1997.12
- 12) 池田: プレストレストコンクリートの発展と技術開発, プレストレストコンクリート技術協会第27回技術講習会テキスト, 1999

【2000年9月14日受付】

二 ◀ 刊行物案内 ▶

PC 定着工法
— 2000年版 —

2000年12月発行予定

頒布価格: 4 000円 (送料 400円)

体 裁: B5判, 220頁 (無線綴じ製本)

最新の
「定着工法」を
掲載!!

発行・発売: 社団法人 プレストレストコンクリート技術協会