

PC土木構造物の歩みについて

松下 博通*

1. まえがき

わが国におけるプレストレストコンクリート（以下、PCと略記する）技術の発展は、昭和7年（1932）に「補強コンクリート製品の製造法」として日本に特許出願が行われたことに始まる。しかし、当時はまだ鉄筋コンクリート構造の発展の時代であり、本格的なPC技術の発展は、第二次大戦後の国土復興に伴い急速に進んできたと言えよう。すなわち、PC技術の土木構造物への実用化は、昭和26年に国鉄よりPC枕木が、石川県七尾市より日本最初のプレテンション方式のPC橋梁が発注されている。また、昭和28年にポストテンション方式のPC橋梁が架設され、PC構造の土木構造物への実用化が本格化するに伴い、設計施工基準の整備の必要性が生じ、昭和30年にわが国初の「プレストレストコンクリート設計施工指針」が制定されることとなった。その後、

昭和43年 プレストレストコンクリート道路橋示方書
 昭和48年 プレストレストコンクリート道路橋施工便覧
 昭和53年 プレストレストコンクリート標準示方書
 昭和53年 道路橋示方書Ⅲコンクリート橋編
 昭和58年 コンクリート道路橋施工便覧
 昭和60年 コンクリート道路橋設計便覧

などの各種基準が整備、改訂されてきた。

ここに、20世紀におけるわが国のPC土木構造物の発展の足跡を構造別に追ってみることにする。

2. PC技術の発展

コンクリートにプレストレスを与える技術は、1886年にアメリカのP. H. Jackson, 1888年にドイツのC. F. W. Döhningにより考案されたが、当時のコンクリートと緊張材としての鉄筋の組合せでは、導入したプレストレスがコンクリートの乾燥収縮・クリープ等によりほとんどが失われることから、実用化には至らなかった。

昭和3年（1928）にフランスのE. Freyssinetが高強度鋼材と高強度コンクリートを用いることで、導入プレストレスの損失およびPC鋼材の定着法の不具合等が解消され、PCの

実用化が本格化した。

わが国におけるPC技術の発展の歴史は、ドイツHoyerの著書「Der Stahlsaitenbeton」の影響を受け、PCの研究が開始されるようになり、敗戦後6年を経た昭和26年（1951）よりPCの実用化の動きが始まった。

すなわち、同年にわが国初のPC土木構造物として、鉄道分野でPC枕木が、道路分野でPC橋がいずれもプレテンション方式にて築造され、昭和28年（1953）には、ポストテンション方式による道路橋も架設されている。このように、PCの実構造物への適用展開のため、日本材料試験協会により昭和29年にPC鋼棒が、昭和33年にはPCストランドが規格化されている。また同時期に、フレシネー工法、BBRV工法、デイビダーク工法、レオンハルト工法等の各種定着工法が諸外国から技術導入されるとともに、安部ストランド工法、SWA工法、MDC工法、OBC工法等の国産定着工法も積極的に開発が行われ、橋梁分野を中心にPC土木構造物は発展している。

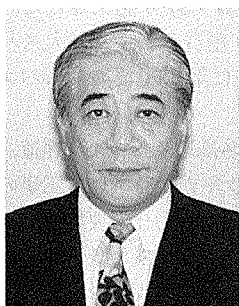
近年に至っては、市街地現場における支保工占有場所の確保が困難になってきたこと、桁製作ヤードやストックヤードを確保することの困難さなど、現場環境が大きく変わってきているが、これらの諸事情に対処すべく、各種の機械化施工法が導入されたことによりPC技術は飛躍的に発展した。ここに、以上述べてきたわが国におけるPCの土木構造物の発展経過を、橋梁分野を中心に年表形式にとりまとめて表-1に示す。年表には、工法導入開発、規準制定、竣工年・技術内容その他、特筆すべき事項を年代順に記載している。

以下、わが国のPC土木構造物の発展の足跡を構造別に整理し、概説する。

3. 橋梁分野

土木構造物の中でPC技術が最も取り入れられた分野が橋梁分野である。PC技術の実用化が行われるまで、橋梁は鉄筋コンクリート橋と鋼橋でほぼ占められていた。しかし、PC技術の実用化が進み、示方書類の整備も行われてきた昭和30年代以降はPC橋の数が急激に増加し、現在では新設橋梁の大半を鋼橋とPC橋で占めるようになってきた。

わが国最初のPC道路橋は昭和26年石川県七尾市に建設された長生橋（写真-1）で、スパン3.6mのプレテンション方式3径間単純スラブ橋である。昭和27年には同市内にプレテンション方式単純T桁橋の泰平橋が建設された。これらのプレテンション方式スラブ橋とT桁橋の建設が、昭和34年のJIS A 5313「スラブ橋用プレストレストコンクリート橋げた」、昭和35年のJIS A 5316「けた橋用プレストレストコンクリート橋げた」制定の基礎となり、その後のプレテンシ



* Hiromichi MATSUSHITA
 九州大学大学院 工学研究院
 建設デザイン部門 教授

表-1 プレストレストコンク

西暦(年号)	工法導入開発・規準制定・特記事項	橋梁竣工・技術内容等
1941(昭16)	・鋼弦コンクリート委員会設置(鉄道技研)	
1946(昭21)	・鋼弦コンクリート小委員会設置(商工省)	
1951(昭26)		・長生橋(日本最初のプレテン単純スラブ橋, スパン3.6m×3, 石川県)
1952(昭27)	・フレシネー工法技術導入	
1953(昭28)	・プレストレストコンクリート小委員会設置(土木学会)	・十郷橋(日本最初のポステン単純T桁橋, スパン7m, 福井県)
1954(昭29)	・PC鋼棒研究委員会設置(日本材料試験協会) ・安部ストランド工法開発	
1955(昭30)	・PC設計・施工指針制定(土木学会)	
1956(昭31)	・日本道路公団設立	
1957(昭32)	・BBRV工法技術導入	
1958(昭33)	・PC技術協会設立とFIP加盟 ・ディビダーク工法技術導入	・城ヶ島大橋(ポステン単純T桁橋, 大重量桁の海上高所架設, 神奈川県) ・大川橋(日本最初のPC連続桁, スパン(26m+18m), 単純桁と張出し桁を連続ケーブルで連結, 長崎県) ・韮公園前道路舗装(日本最初のPC舗装, 延長41m×幅員11m, 大阪府) ・嵐山橋ディビダーク工法架設, 当時日本最大スパン桁橋, 12m+51m+12m, 神奈川県)
1959(昭34)	・レオンハルト工法技術導入 ・SWA工法開発 首都高速道路公団設立	
1960(昭35)	・MDC工法開発	
1961(昭36)	・PC設計・施工指針改訂(土木学会) ・PC設計・施工規準制定(建築学会) ・レオバ工法技術導入	
1962(昭37)	・阪神高速道路公団設立	
1963(昭38)		・越野尾橋(日本のPC桁橋のスパンが100mを超えた, スパン100m, 宮崎県) ・島田橋(日本最初のコンクリート斜張橋, スパン39.7m, 岐阜県) ・釈迦ヶ池橋(支保工をレール上で移動, 移動支保工工法のはしり, スパン70m, 大阪府)
1965(昭40)	・OBC工法開発 ・OSPA工法開発 ・フープコーン工法開発	・上姫川橋(日本最初のPRC橋, スパン48m, 北海道)
1966(昭41)		・目黒架道橋(日本最初のブロックカンチレバー工法架設, 東京都) ・天草3号橋(桁橋として当時スパン日本一(160m), 熊本県) ・石川高架橋(連結桁方式を採用, スパン21.9m×6, 東京都)
1967(昭42)		・根古屋橋(プレテンション・ケーブルトラス架設工法を採用, 静岡県)
1968(昭43)	・PC道路橋示方書制定(日本道路協会) ・VSL工法技術導入 ・SEEE工法技術導入	・玉津橋(日本最初のプレビューム桁橋, スパン18.5m, 高さ65cm, 大阪府)
1969(昭44)		・万国博東口歩道橋(日本最初のPC斜張橋, 大阪府) ・万国博9号歩道橋(日本最初の吊床版橋, 大阪府) ・波羅密橋(日本最初のビルツ橋, 東京都)
1970(昭45)	・CCL工法技術導入 ・本州四国連絡橋公団設立	
1972(昭47)	・道路橋耐震設計指針制定(日本道路協会)	・浦戸大橋(日本のPC桁橋のスパンが200mを超えた, スパン230m, 高知県) ・高島平高架橋(移動吊り支保工工法を採用, 東京都) ・幌萌大橋(押出し工法を採用, 北海道)
1973(昭48)		・外津橋(日本最初のトラス張出し工法による海上アーチ橋, 佐賀県)
1974(昭49)		・新神戸トンネル(第2六甲トンネル), トンネル内PC舗装, 延長7km, 兵庫県)

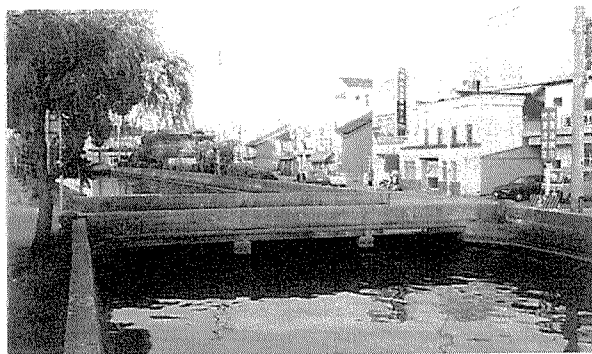


写真-1 長生橋(石川県)

ン桁の全国的な普及に繋がったと言えよう。

また、ポストテンション方式の橋梁については、昭和27年にフレシネー工法が導入されて本格的に推進されることになり、昭和28年に十郷橋が福井県に建設された。鉄道橋の第1号としては、昭和29年に信楽線第一大戸川橋梁(PC

単純I桁)が建設され、本橋梁の各種の実験結果が、昭和30年土木学会制定の「プレストレストコンクリート設計施工指針」の作成に大いに寄与した。

昭和30年代には、現場打ち支保工工法が取り入れられ種々の形式の橋梁が施工可能となり、日野川橋(3径間連続T桁橋)、米神橋(曲線橋)(写真-2)、釈迦ヶ池橋(有ヒンジラーメン橋)などが竣工した。昭和33年にはドイツよりディビダーク工法が導入され、カンチレバー工法の第1号橋として神奈川県相模湖に嵐山橋(写真-3)が施工された。本工法は、橋下の地形条件にあまり左右されず、長大スパンの施工が可能な工法として、現在に至るPC橋の長スパン化に大いに貢献することになった。

昭和40年代の高度成長期には、東名高速道、中央高速道、山陽新幹線など多くの大型プロジェクトが遂行され、工事の大規模化、スピード化と同時に合理化、省力化が要求されるようになり、機械化施工の導入や架設機械の大型化が進んだ。PC橋の新たな架設工法としては、移動支保工、押出し工

リートの歴史 (代表的な土木構造物)

西暦(年号)	工法導入開発・規準制定・特記事項	橋梁竣工・技術内容等
1976 (昭51) 1977 (昭52) 1978 (昭53)	<ul style="list-style-type: none"> PC標準示方書制定 (土木学会) 道路橋示方書Ⅲコンクリート橋編改訂 (日本道路協会) 	<ul style="list-style-type: none"> 浜名大橋 (桁橋としてスパン世界一 (240m), 静岡県) 速日峰橋 (PC吊り構造としてスパン日本一, 54.5m, 宮崎県) 帝釈橋 (ピロン・メラン併用工法採用, スパン161m, 広島県)
1982 (昭57)		<ul style="list-style-type: none"> 月夜野大橋 (P&Z工法を採用, 群馬県) 熊本新港PC浮防波堤 (日本最初のPC構造, 運輸省, 熊本県) 船川港曲面スリットケーン防波堤 (曲面スリット部にPC採用, 運輸省, 秋田県) アラスカ海底油田掘削用PC製プラットフォーム (SUPER CIDS 90m×90m×30m, 総重量5万8000t)
1984 (昭59)	<ul style="list-style-type: none"> PCウェル工法研究会発足 	
1985 (昭60)		<ul style="list-style-type: none"> 川端橋側道橋 (日本最初のパイプ橋, スパン58.5m, 福岡県) 永井川橋 (橋脚高日本一 (75.7m), 群馬県) 岩見沢PC卵形消化槽 (日本最初のPC製卵形消化槽 V=1600m³, 北海道) 岡谷高架橋 (PC5径間連続桁ラーメン橋, 主桁と橋脚を剛結, 途中で主桁が分岐, 長野県) 敦賀発電所2号機PCCV (日本最初のPC製格納容器, 福井県) 万の瀬川橋 (PC双弦アーチ・ローゼ橋, スパン49.9m, 鹿児島県) 新宮橋 (新素材を緊張材として使用した日本最初のプレテンPC橋, スパン5.76m, 石川県) 内の倉橋 (ロアリング工法によるRC固定アーチ橋, スパン37m, 新潟県)
1986 (昭61)	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート標準示方書制定 (限界状態設計法の採用) (土木学会) PCCVの技術導入 	
1987 (昭62) 1988 (昭63)		
1989 (平 1)		<ul style="list-style-type: none"> 呼子大橋 (日本最大スパン (250m) のPC斜張橋, 佐賀県) 別府明礬橋 (トラス, メラン併用工法によるスパン東洋一 (235m) のRC固定アーチ橋, 大分県) 撥川南橋 (新素材を緊張材として使用した日本最初のボステンPC橋, スパン17.55m, 福岡県) 池間大橋 (連続箱桁橋, プレキャストブロック片持ち張出し工法として日本最大規模 (1425m), 沖縄県) 生口橋 (複合斜張橋, 154m+490m+154m, 広島県) 境港PC製二重円筒ケーン堤 (大水深, 高波浪域用, 運輸省, 鳥取県) 新東京国際空港エプロンPC舗装 (リフトアップ工法適用, 約30万m², 運輸省, 東京都) 関西国際空港エプロンPC舗装 (約40万m², 運輸省, 大阪府) PC製半円形防波堤 (軟弱地盤条件対応および海水循環と消波機能を備えた構造, 半円部材をPC構造, 運輸省, 宮崎県) 新開橋 (日本最初の波形ウェブ複合橋, 新潟県) 小田原ブルーウェイブリッジ (日本最初のエクストラードズド橋, 最大支間122m, 道路公団, 神奈川県) 銀山御幸橋 (波形ウェブ複合橋, 押出し工法にて施工, 秋田県)
1991 (平 3)		
1992 (平 4)	<ul style="list-style-type: none"> 波形鋼板ウェブ工法の技術導入 	
1994 (平 6)		
1995 (平 7) 1996 (平 8)	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート標準示方書設計・施工および耐震編の改訂 (土木学会) 道路橋示方書 (コンクリート, 鋼橋, 耐震設計編) の改訂 (日本道路協会) 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) の制定 (土木学会) 	
1997 (平 9)		<ul style="list-style-type: none"> 重信川高架橋 (PCセグメントの架設術使用によるスパンバイスパン工法, 道路公団, 愛媛県) 本谷橋 (波形ウェブ複合橋, 日本最初の張出し架設工法にて施工, 道路公団, 岐阜県)
1998 (平10)		
1999 (平11)	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート標準示方書, 耐久性照査型に改訂 (土木学会) 	

法等がある。これらの工法はいずれも上屋を有しているため全天候対応型であり、工程管理や品質管理が確実にできるといふ利点がある。このため、前者では多径間連続桁形式の橋梁で今日までに数多く採用されており、また、後者では橋梁下の制約をまったく受けない工法であるため、跨線橋や跨道橋などに今日までに多く採用されている。

省力化、急速施工および品質保証などの要求からエポキシ樹脂を用いたプレキャストセグメント工法が用いられるようになったのも、この時代からである。昭和44年には、山陽新幹線の加古川橋梁 (写真-4) がカンチレバールック工法で施工されている。

昭和50年代以降は高度成長期から低成長期へと移り、PC橋は高度成長期に培われた設計・施工面での技術の集大成の時期を迎えることとなった。

橋梁形式においては、これまでになかったPC橋の形式が多く出現した時期でもある。すなわち、RC構造であったコンクリートアーチ橋においても、PC鋼材を用いた新しい架

設工法の出現により長大スパンの施工が可能となり、別府明礬橋 (写真-5) に代表されるようにコンクリート長大アーチ橋のPC化が可能となった。

また、長大スパンを要求される橋梁として、呼子大橋 (写真-6) に代表される斜張橋形式が登場した。これは設計・施工上の発達ほかに、耐久性のある大容量のPC緊張材の開発が大いに寄与したものである。

さらに、唐櫃新橋 (写真-7) のように桁橋と斜張橋の中間的な特質をもつエクストラードズド橋が新しい形式として施工されている。このほか、吊り構造に関する研究も行われ、PCの吊橋、吊り床版橋、自旋式吊り床版橋、張弦橋などが施工されている。

斜張橋に代表されるこれらの吊り構造形式のPC橋は、将来の長大スパン化、軽量化に対して有効な構造であり、今後の発展が期待される構造形式であろう。

昭和40年代に開発されたプレキャストセグメント工法は、現在では省力化、工期短縮、コスト縮減、品質向上と



写真-2 米神橋 (神奈川県)

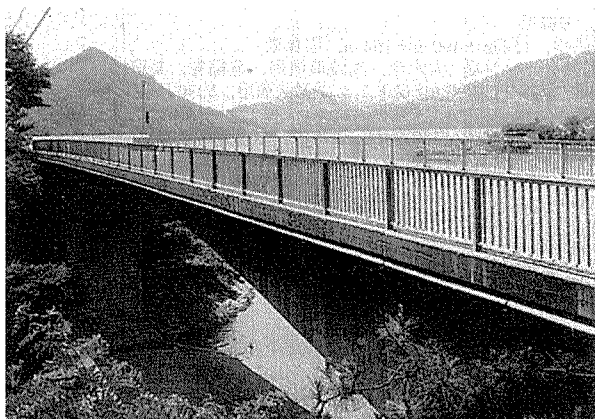


写真-3 嵐山橋 (神奈川県)

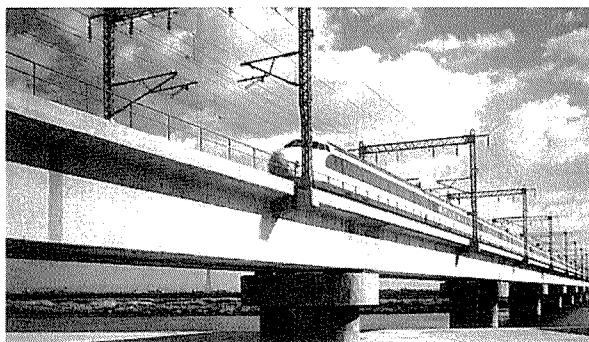


写真-4 加古川橋梁 (兵庫県)

いう要求に対応する方法としてカンチレバー架設の桁橋、斜張橋、アーチ橋など種々の形式の橋で積極的に採用されている。これらプレキャストセグメント工法はPC構造の長所を十分に発揮できる工法であり、今後橋梁分野のみでなく種々のPC構造物に応用されていく工法であろう。

また、最近ではPC橋のウェブに波形鋼板を用いた箱桁橋(写真-8)や鋼橋の床版にPC床版を用いた鋼桁橋などの複合構造の橋が施工されるようになり、PCや鋼の区分を越え、より耐久性があり、コスト縮減に適した構造が要求される時



写真-5 別府明礬橋 (大分県)

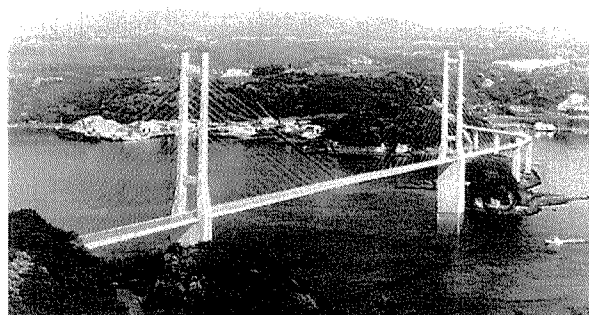


写真-6 呼子大橋 (佐賀県)

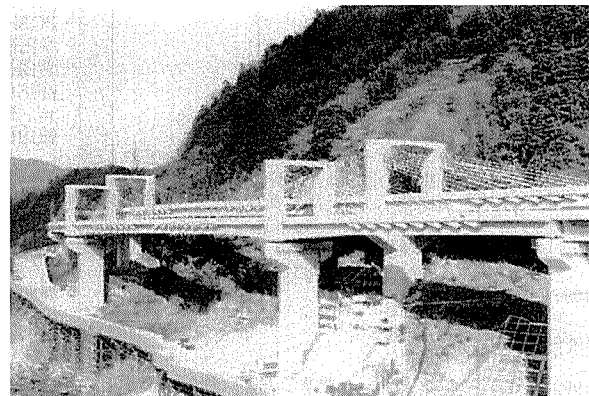


写真-7 唐櫃新橋 (兵庫県)

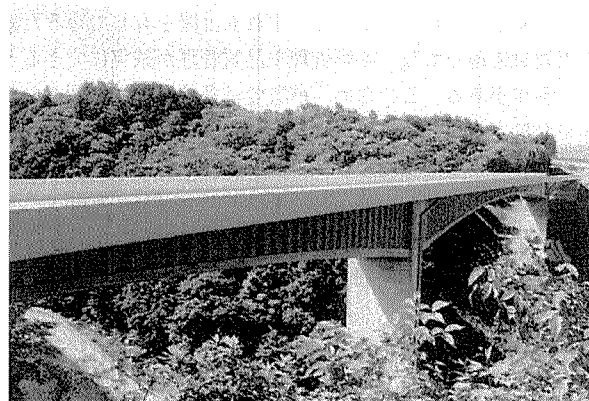


写真-8 本谷橋 (岐阜県)

代背景下で、第二名神高速道路において最大スパン275mのPC・鋼複合エクストラードロード橋の施工が行われている。

なお、橋梁架設工法の発展をとりまとめて図-1に示す。

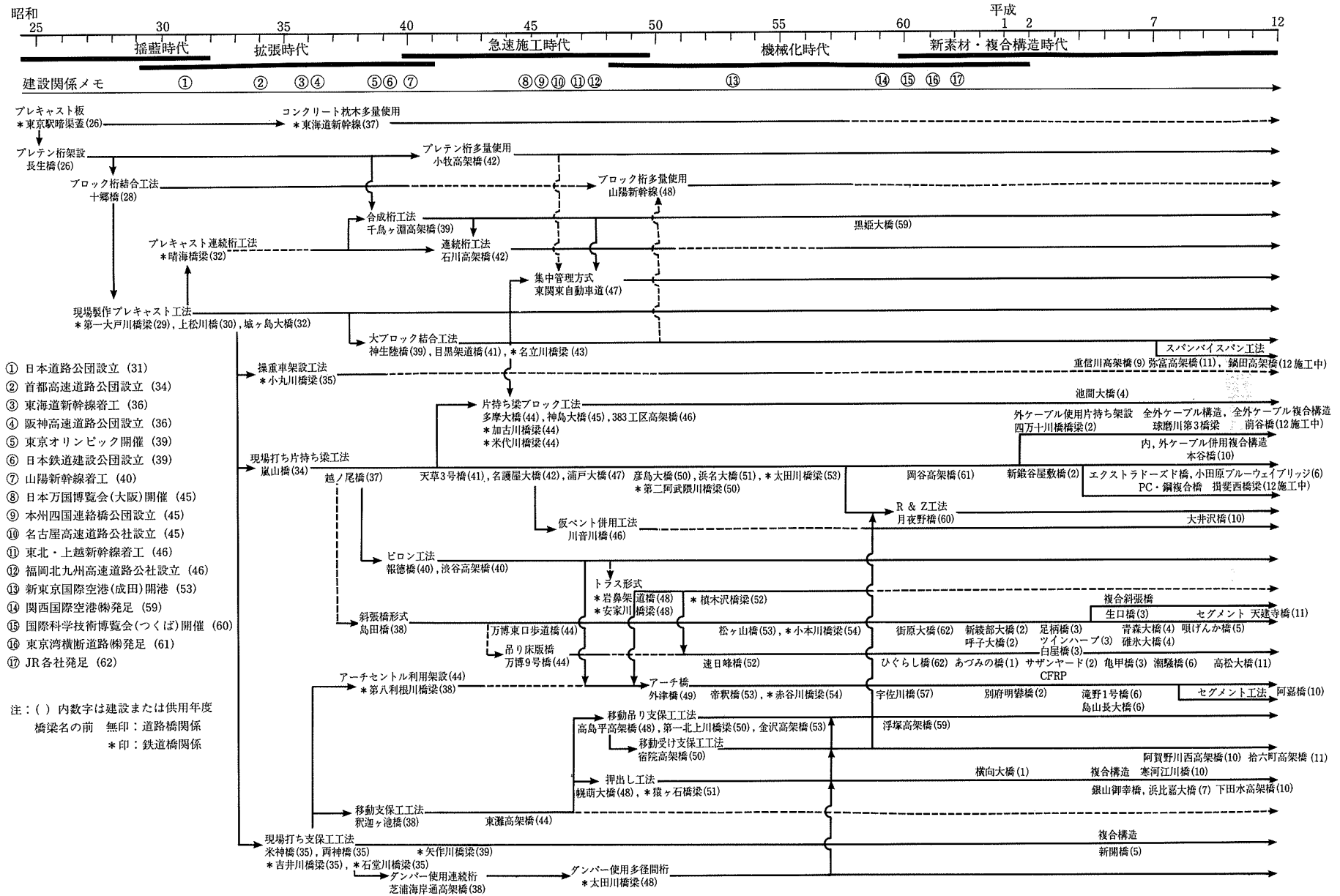


図 - 1 代表的なPC橋の架設工法の変遷

4. 容器分野

容器構造物を使用目的によって分類すると、最も多く見かけるのが貯水槽であるが、そのほかにも消化槽、サイロ、貯油槽、液化ガス貯蔵槽、原子炉格納容器などの施設がある。主要な容器構造物の発展の経緯を以下に概説する。

4.1 上下水道施設

ヨーロッパからのPC技術導入から数年後の昭和30年代前半に、わが国第1号の容器構造物であるPC貯水槽が岐阜県山県郡伊自良に建設された。昭和40年代に入ると、上水道施設整備の拡充により、PC貯水槽が大幅に採用されはじめ、1基あたりの容量も大容量化が進んだ。昭和46年以降は毎年100件を超える建設数となっている。

昭和55年、日本水道協会「水道用PCタンク標準仕様書」が発刊され、PC貯水槽の建設はさらに伸び、現状では、毎年200件前後の工事数で推移している。

污泥処理施設としてのPC消化槽の建設がわが国で始まったのは、貯水槽の建設から遅れること約20年の昭和50年代初期である。昭和60年に污泥攪拌効率を高め、機械設備を極力抑えることが可能となる特徴を有するPC卵形消化槽を西ドイツのディビダーク社より技術導入することで、横浜(写真-9)および岩見沢で相次いで建設され、現在では処理施設の40数カ所で約80基のPC卵形消化槽が築造され、PC消化槽の主流となっている。現在までに完成したPC卵形消化槽の容量は3 000 m³~6 000 m³のものが多数を占めているが、最大規模としては1994年豊中市に建設された1万2 800 m³のものもある。

4.2 エネルギー施設

液化天然ガス(LNG)や液化プロパンガス(LPG)の低温貯蔵タンクにもPC構造が応用されている。

わが国で最初に建設されたのは、昭和50年施工の七尾市におけるLPG貯蔵タンクPC外槽である。この構造物は半地下式であり、この外槽は、内径約55 m、高さ24 mである。

また、LNG貯蔵槽用PC防液堤の代表的なものとして、大阪ガス所有の泉北製造所、姫路製造所における直径91 m、堤体高14 mの円筒PC防液堤があり、PRC構造で設計されている。その後、LNG貯蔵用PCタンクは金属二重殻構造の地上式タンクとPC製の防液堤とを一体化した新しい形式のタンク構造とすることで、保安レベルが高く経済性に優れ、敷地の利用効率を高められる等の特徴を備えた構造となっている(写真-10)。

海外のコンクリート製原子炉格納容器の建設は1960年代に始められており、これまでの格納容器の約60%がPC構造となっている。わが国では、昭和50年代中頃までは多くが鋼製格納容器であったが、昭和61年にわが国、第1号のPC製原子炉格納容器(PCCV)が敦賀原子力発電所2号機に採用されている(写真-11)。この格納容器は、直径43 m、地上高65 mの円筒ドーム形状で、緊張用鋼材には、大容量 tendon(1 000 t級)が使用されている。

昭和62年から平成4年にかけて、関西電力大飯3、4号機が、さらに昭和63年から平成8年にかけて九州電力玄海3、4号機がPC製格納容器にて建設され、現在5基のPCCVが運



写真-9 横浜市北部第二下水処理場(神奈川県)



写真-10 大阪ガス泉北製造所PCLNGタンク(大阪府)

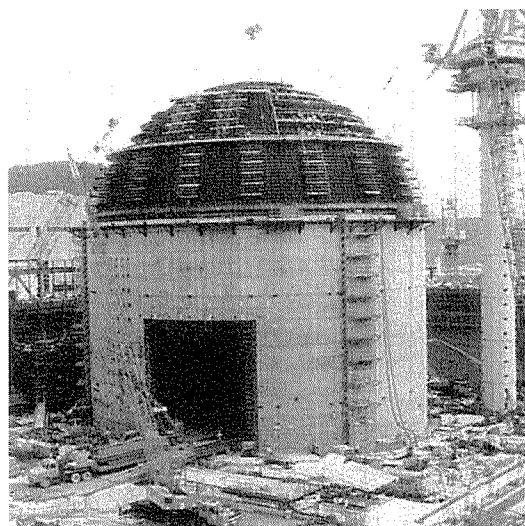


写真-11 敦賀発電所2号機PCCV(福井県)

転稼動中である。

5. 海洋分野

海洋分野にPC構造物が最初にわが国で用いられた事例は、昭和30年代半ばの神戸港におけるPC杭、セル式防波堤が挙げられるが、本格的に厳しい環境下に晒される海洋構造物にPCを適用する開発・研究が、具体的に検討されはじめたのは昭和50年頃になってからである。

昭和62年には、限界状態設計法を取り入れた「プレストレストコンクリート港湾構造物設計マニュアル」が運輸省港湾局より発刊され、海洋分野へのPC構造の適用・開発が積極

化することとなった。

5.1 棧橋

棧橋は初期においては、直杭式横棧橋の上部工にプレテンション方式の桁を配置するPC棧橋であったが、近年では潮位差の大きい港湾でのPC浮棧橋の開発を中心に、施工実績を増やしてきている。

このうち、PC浮棧橋では横浜博覧会における六角ポンツーン(写真-12)や、広島市宇品港の浮棧橋に例を見るように小規模浮体を数箇PCにて連結し、大きな浮体の築造が行われている。

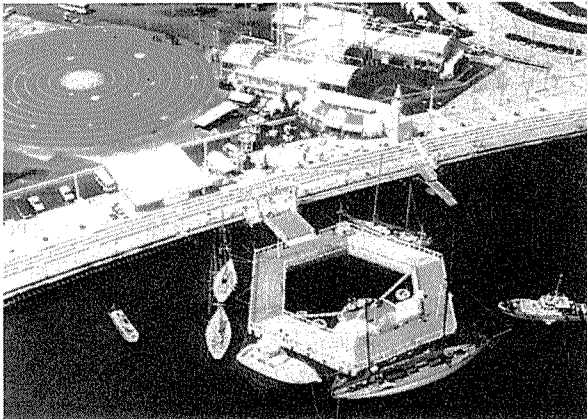


写真-12 横浜港六角ポンツーン(神奈川県)

5.2 防波堤

わが国における防波堤は、ケーソン式混成堤の前面消波ブロックを大量に山積みし、反射波を軽減する被覆堤が主体であったが、これら消波ブロックと同等の機能をケーソン本体にもたせる曲面スリット式防波堤(写真-13)や湾内等の比較的波高の小さい海域を対象に浮防波堤など各種防波堤にPC海洋構造物の採用が積極的に行われている。このうち浮防波堤は、昭和57年に熊本新港沖合で、わが国初のPC構造による浮防波堤として10m×10m×4mのブロック4函をプレストレスにて洋上接合し一体化する実規模の実験堤が建設されている。また、PC製の二重円筒ケーソン式防波堤(写真-14)が鳥取県境港での実証実験後、兵庫県柴山港で実堤建設が行われており、平成12年現在、15函中4函の据付けが完了している。

さらに、平成5年に、比較的水深の浅い海域における軟弱地盤条件対応としての半円形防波堤(写真-15)が宮崎港に実験堤として建設されている。

5.3 その他のPC海洋構造物

昭和57年に本四連絡橋工用コンクリートプラント船として軽量骨材を用いた高強度コンクリートを採用したPCバージが建造されている。また、昭和59年には、アラスカ北方に設置する海底油田掘削用プラットフォーム(SUPER CIDS)として、90m×90m×30mの総重量5万8000tのPC構造物(約690tのPC鋼材が使用)が築造されている。このほか、カーテン式防波堤、台形ケーソンの接合技術および沈埋トンネル等の海洋分野の構造物に積極的にPCが応用・活用されつつある。

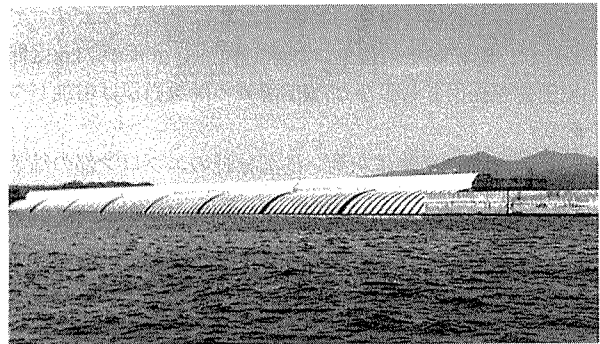


写真-13 船川港曲面スリット式防波堤(秋田県)

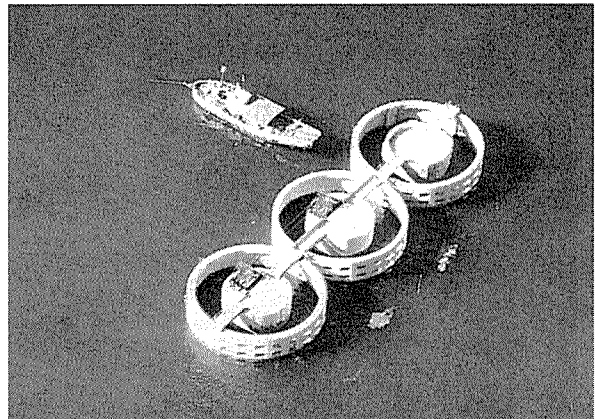


写真-14 境港二重円筒ケーソン防波堤(鳥取県)

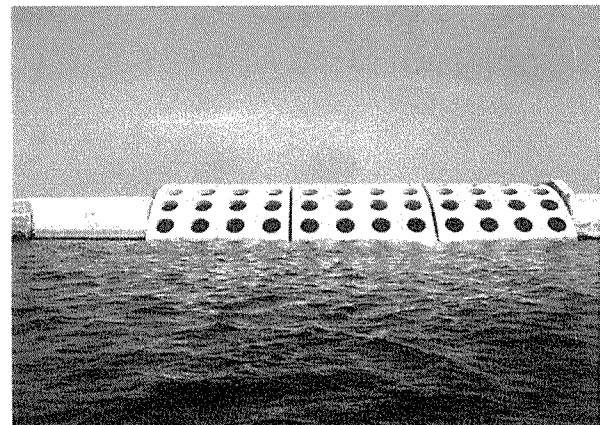


写真-15 宮崎港半円形防波堤(宮崎県)

6. 舗装, 防災分野

わが国における舗装, 防災分野へのPC構造の適用事例としてPC舗装, ロックシェッド, スノーシェッドを挙げることができる。

6.1 PC舗装

PC舗装は、欧米諸国とりわけFreyssinet社のあるフランスで早くから実用化されている。わが国では、昭和33年に大阪市の道路舗装に国内初のPC舗装が試験的に採用され、その後、昭和35年から3ヵ年計画で建設省土木研究所において実規模実験等が実施され、PC舗装の基本的な設計・施工法が確立された。

PC舗装は、軟弱地盤上でも対応できる利点を有することから、千葉県姉ヶ崎の産業道路, 北九州裏門司地区埋立て

地道路や日本道路公団名神高速道路多賀サービスエリアで施工され、昭和40年代後半には新神戸トンネルの7km区間にPC舗装が採用されるなど、PC舗装の舗設面積は増加しつつある。

近年には、PC舗装は空港・港湾分野のエプロン部の舗装にも広く用いられるようになった。また、プレキャストPC版舗装は、夜間施工で翌日交通解放が可能な舗装として、空港誘導路の改良工事や補修工事に威力を発揮している。今後、これらに加え、道路の交差点およびトンネル内舗装の改良工事への採用も増加しよう(写真-16)。

さらに、近年、海上沖合の軟弱地盤条件下での埋立てによる空港拡張整備において、地盤の不同沈下に対応できる舗装として沈下修正可能な構造の場所打ちPC舗装が平成4年より羽田空港(舗設面積：約30万m²)、関西空港(舗設面積：約40万m²)エプロン舗装工事に採用されている。これらは不同沈下に対応して大規模リフトアップが可能なPC構造の舗装である(写真-17)。



写真-16 辛島町プレキャストPC版舗装(熊本県)

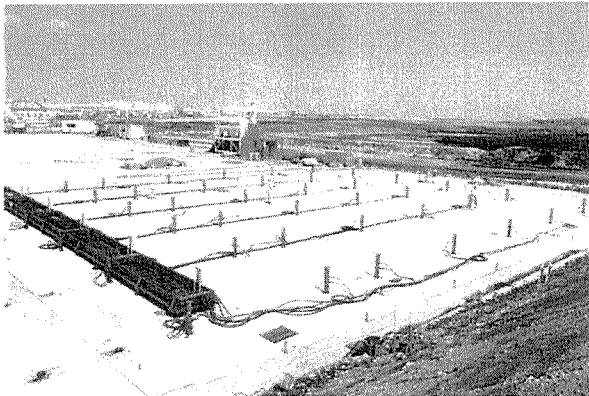


写真-17 東京国際空港エプロンPC舗装(リフトアップ工法)(東京都)

6.2 防災施設

代表的な防災施設には、山岳部における道路や鉄道への落石、積雪災害防止目的の覆工としてPC製ロックシェッドやスノーシェッドを挙げることができる。PCシェッドの歴史は古く、PC技術が導入されて間もない昭和28年に福井県敦賀市北方の旧北陸本線に山中・大桐落石覆いが施工されている。現状のシェッドでは、道路交通量の増加による

現場施工期間の短縮の必要性から、脚および梁とも工場製品化し、組立て構築するラーメン形式が、主流を占めるようになってきている。

PC製防災覆工構造の設計・施工法に関する標準化の動きは昭和60年代初期に始まり、スノーシェッドでL形が昭和61年に、門形が昭和63年に北陸を中心にそれぞれ標準化され、ロックシェッドでL形が昭和63年に九州地区で標準化された。これにより、全国各地の山岳道路等でPCシェッドが建設されており、スノーシェッドが年間100件前後、ロックシェッドが年間60件前後、建設されている。

7. 地中構造分野

地中および基礎構造分野へは、従来から一般的に鉄筋コンクリート構造が使用されている。しかしながら、地中構造物のプレキャスト化を図るうえでPC技術の活用が必要となる。

一例を挙げれば、単体コンクリートブロックを沈設させながらプレストレスにより接合していく基礎工法としてPCウェルがある(写真-18)。本工法は躯体が工場製品で品質信頼性が高く、かつPC構造であり曲げ耐力の大きな基礎構造物を築造することを可能にしている。

そのほかにもPC杭やPC矢板のコンクリート高強度化と性能向上と打込み機械および施工法が改良されたことで、地中基礎構造物分野にもPC技術が今後とも積極的に活用されるものと考えられる。



写真-18 新大利根川大橋PCウェル橋脚(茨城県)

8. 工場製品分野

わが国で初めてのPC構造物は、今日でも工場製品として日常的に製造されているPC枕木であり、製造開始は昭和26年のことである。

翌昭和27年にフレシナー工法が技術導入されると、PC専門企業が次々に設立され、工場建設とともに本格的なPC製品の製造が開始された。工場数の変遷を見ると、昭和27年の7工場から始まり、30年代後半に約50工場に、40年代後半に約70工場となり、現在約100工場が稼働している。ベンチアバットの能力も、創業期には緊張能力30t~50tであった

ものが、現在800t規模のものもある。

工場製品の種類もまた多品目になってきており、これらの製品の多くは、JIS化あるいは標準化がなされており、品質および性能が保証されていると言えよう。

建設技能労働者不足の深刻化への対応として、プレキャスト製品の増加が予想され、工場製品の占める割合は、ますます増えていくであろう。

9. あとがき

PCの技術は、昭和26年に日本に導入されて以来、約50年が経過し現在に至っている。その間、わが国におけるその技術の進歩は目を見張る勢いで発展を遂げてきた。しかし近年、高度成長期に施工されたPC構造物、とくに海岸線沿いに建設されたものにおいてかぶり不足、シースダクト内へのグラウトの充填不足により塩害などの損傷を受けており、PC構造物への信頼性が問われている。

そこで、維持管理の時代であろう21世紀に向け、新しい材料や構造形式、施工方法の高性能化への要求は今後ますます増大するものと考えられ、開発への取組みが必要となってくる。これらの取組みとしては、防食PC鋼材や炭素繊維、アラミド繊維などの耐食性、耐久性に優れた材料の使用や、外ケーブル構造やアフターボンド鋼材(プレグラウトケーブル)の使用によるノングラウト工法によるPC構造の多様化、軽量化および急速施工化、補修・補強対策あるいはケーブル取替え対策等の必要性を考慮するミニマムメン

テナンス橋梁の施工などが注目すべき動向である。

将来、土木分野のPC構造物は、構造形式の多様化、耐久性の向上、維持・管理対策、コスト縮減および省力化等の社会的要求に対応して、高性能材料の活用や鋼・コンクリート複合構造および大型プレキャスト化への普及発展の道へ進むものと思われる。よって、これらPC技術を担う技術者の一層の努力を期待するとともに、今後、21世紀のPC構造物が社会基盤整備の発展の礎となるため、より一層のPC技術の裾野を広げることが重要であると考えられる。

参考文献

- 1) プレストレストコンクリート技術協会：最近のプレストレストコンクリート構造物と30年の歩み，1986.1
- 2) 六車：プレストレストコンクリート，コロナ出版，1963
- 3) プレストレストコンクリート技術協会：特集，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
- 4) プレストレストコンクリート技術協会：新しい分野でのPCの活用，1988.2
- 5) 野口：技術展望，プレストレストコンクリートの歴史，鉄道構造物，土木学会論文集，No.442/V-16，pp.9～14，1992.2
- 6) 渡辺：技術展望，プレストレストコンクリートの歴史，道路構造物，土木学会論文集，No.451/V-17，pp.1～5，1992.8
- 7) プレストレストコンクリート技術協会：PC40年の歩み，第24回PC技術講習会，1996
- 8) 小澤：新しいコンクリート材料，材料が構造・施工を変える，橋梁と基礎，Vol.31，No.8，pp.130～134，1997
- 9) 鈴木：新しいPC鋼材，橋梁と基礎，Vol.31，No.8，pp.135～138，1997
- 10) プレストレストコンクリート技術協会：特集，PCのあゆみと未来，プレストレストコンクリート，Vol.30，No.1，1988

【2000年8月28日受付】