

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—

HISTORICAL DEVELOPMENT OF PRESTRESSED CONCRETE
RAILWAY STRUCTURE

野口 功*

Tsutomu NOGUCHI

* 正会員 工博 鉄建建設(株)専務取締役
(〒167 杉並区南荻窪 2-35-11)*Keywords*: continuous bridge, highstrength concrete, light weight concrete, oil dumper stopper, cantilever erection

1. プレストレストコンクリートの創成期

鉄筋コンクリートの発明と実用化は1867年、フランスのJ. Monierが金網を芯とする薄いセメントモルタルの植木鉢を造ったのが始まりとされているが、プレストレストコンクリートが発明されたのはこの時から約20年たった1886年、アメリカのP. H. Jacksonがアーチ形コンクリート床の補強に緊張した繫材を用いることを提案して、特許を得た(年表—1)のが始めとされており、鉄筋コンクリートの歴史と大きな時代の差は無い。しかし、鋼材およびコンクリートの強度が弱かったことから、与えられたプレストレスの損失が大きく、広く実用されるどころまでは至らなかった。

プレストレストコンクリートの実用化に、大きな貢献をしたのはフランスのFreysinetで、1928年彼は初めて高強度鋼材と高強度コンクリートを用いて実用上の問題を解決した(年表—3)。そして、1932年には我が国において、プレストレストコンクリートに関する原理特許をも取得したのである(年表—4)。

これが我が国にプレストレストコンクリートの影が現れた始めになるわけであるが、芽を出し実用化されるまでには第2次世界大戦を挟んで約20年の歳月が必要であった。

この間、国内における研究も、研究者の間では大きな関心ははられることもなかったが、鉄道技術研究所において、仁杉巖氏(現西武鉄道社長)を中心に基礎的な研究が行われ、第2次世界大戦終盤の1944年に鉄道業務研究資料に「鋼弦コンクリートの研究」が発表された(年表—5)。これが日本人による、プレストレストコンクリートに関する初めての論文となる。このような素地があったため、プレストレストコンクリートの実用化が

進むと、国鉄においては、枕木、桁、建築上屋等に広い範囲にわたって早い時期から利用されることになった。

我が国においてプレストレストコンクリートの実用化の動きが始まったのは、敗戦後6年を経、社会が落ち着きを取り戻し始めた1951年頃からである。

1951年ピーエスコンクリート株式会社(現株式会社ピーエス)が設立され、石川県七尾市に支間3.4mの長生橋が我が国最初のPC橋として架設されたのである(年表—6)。

鉄道の分野においては先に述べたとおり、1951年プレテンション方式のPC枕木が初めて発注された(年表—7)。当時PC枕木は木枕木に比べると高価であったが、鉄道軌道の安定化にきわめて有効であったこと、また、木材資源の枯渇の問題等から、年間発注量は着実に増え、当時発足したばかりのPC専門会社の経営発展の基盤を築くのに大きな貢献を果たした。

そして現在では、木枕木はほとんど見る事ができなくなっている。

1952~1954年にはプレストレストコンクリート部材の土木建築分野への応用をめぐる、鉄道部内でいくつかの試みが行われた。東京駅プラットフォームのホーム桁に対する使用(年表—8)。大阪駅構内の線路打上桁への使用(年表—9)、1954年には建築分野における初のPC構造として、浜松町駅上屋(年表—11)等新しい分野への適用の模索が続いたが、いずれも大きな構造物ではなかった。

初めて本格的な鉄道橋の分野に応用されたのは、1954年信楽線第一大戸川橋りょう(スパン31m、フレシネー方式ポストテンション桁)(年表—10)であり、設計に

あたってはフランスより設計技師を招へいし、設計を実施し、以後のPC橋の設計に資するところが大きかった。

これより少しおくれで、道路橋の分野においても福島県の上松川橋(年表—12)が本格的なPC橋りょうとして出現したのである。

1955年頃までが我が国におけるプレストレストコンクリートの創成期と言えるものであり、これ以後は実用化時代となり、PC橋の長大化への技術開発が盛んに行われ、また、鋼橋との競争の時代へと入っていくのである。

しかし、他の分野においては、PC枕木を除き、今日まで、主流を占めるまでには至っていない。

2. 鋼構造とプレストレストコンクリート

1955年(昭和30年)土木学会において、はじめて「プレストレストコンクリート設計施工指針」が制定された(年表—13)。

それまでは、さしたる構造物は少なかったが、設計にあたっては、設計者の好みによって、フランスの基準が使われたり、あるいはドイツ、アメリカの基準が使われたりしており、設計思想が統一されていなかったが、この指針の制定によってまがりなりにも設計思想の統一に向けられたが、まだまだ問題をかかえていた。

特に問題となったのは、PC鋼材の許容応力度に対する考え方であった。とりわけフランス流の考え方と、ドイツ流の考え方がきわだって異なっていた。

フランス流の考え方にはPC鋼材の許容応力度という考え方がなく、破壊に対する安全度からPC鋼材の量が決められれば、実施にあたって、PC鋼材に与えられる引張力はできるだけ大きい方が、ひびわれに対する安全度、疲労に対する安全度が高くなるというもので、これは第2回FIP国際会議に提出されたフランスのP. Xercavinsの実験報告(年表—14)が基になっており、ドイツ流の考え方との論争点になっていた。一方ドイツ流の考え方はPC鋼材許容引張応力度は引張強度の55%におさえていた。土木学会の指針では両方の考え方ならびにその他の国の考え方をミックスして引張強度の60%と定められた。

この指針をもとにして、鉄道橋、あるいは道路橋の設計基準を制定するにあたって、許容応力度論争が再び持ち上った。

今回の論争はコンクリートの専門家同志の論争ではなく、鋼構造の専門家から火の手が上がったものである。その論拠とするところは、鉄道橋にしても道路橋にしてもプレストレストコンクリートの安全度は鋼橋の安全度と等しくすべきであるという前提に立ち、PC鋼材の許容

応力度が引張強度の60%と高く、なお常時引張力が作用した状態で使用することは全く非常識で、鋼橋の設計思想とは相容れないものであるから許容応力度を相当に低くすべきであるとの主張が出された。特に鋼橋設計の大家といわれていた人々からの反対が大きかった。

しかし、この時点で欧米においては、国によって多少の差はあるものの、すでに大きなPC橋がどんどん造られている状況にあり、これらの反対の声も結局は消滅していった。

しかし、鉄道橋の分野においては外国においても実施例が少なかったことからPC桁の疲労強度に関する論争が続いた。これは鉄道橋の特徴として、常時設計荷重に近い列車荷重がかかるため、鋼鉄道橋においては疲労強度が設計上の重要な要素であり、PC桁の疲労強度が論争の種となったものであるが、国内外においてPC桁の疲労に関する研究が行われ、PC鋼材の引張応力が高くても、コンクリートにひびわれが出ない限り、PC鋼材の応力の変動幅はきわめて小さく、十分に疲労に耐えられることが、漸次証明されるにつれ、この論争もおさまっていった。

鉄道橋における開床式のプレートガーダーは、軽くて、桁が腐食して取換える時には便利に行われていたが、PC桁は重量が大きいために取換えが困難であるといわれ、これもPC桁のハンディキャップの一つと考えられていた。しかし、日豊本線小丸川橋りょうにおいては、スパン22.3m、35連の腐食した開床式プレートガーダーを、操重車を利用して夜間の列車間合に箱型のPC桁に交換する工事に成功し、開床式プレートガーダーの分野にも進出するようになった(年表—16)。

自重が重いということは鋼橋に対する宿命的なハンディキャップであることに変わりはない。自重を支えるために桁断面が大きくなり、また地震国である我が国においては、下部構造の設計の際に非常に大きな水平力を考慮しなければならない。そのため下部構造の設計が苦しくなり、橋りょうとしての経済性が出しにくいと考えられていた。

PC鉄道橋の発展の歴史の大きな部分はこの重量のハンディキャップを如何に克服するかの技術開発の歴史でもあった。

3. PC橋の長大化、軽量化に関する技術開発

鉄筋コンクリート橋の場合には、アーチ型式の橋りょうは別にして、桁橋においては、コンクリートのひびわれの問題から長大スパンの橋りょうを造ることはほとんど不可能であり、鉄筋コンクリート橋のスパンの長大化

には大きな関心と呼ばなかった。しかし、プレストレストコンクリートの技術が使用されるようになって、欧米においてはかなり長スパンのPC橋が、第2次世界大戦後の戦災復旧の橋りょうに使用されるようになり、我が国の技術者の関心と呼ぶことになった。

我が国の道路橋においては、1961年宮崎県の越野尾橋（年表—20）において、はじめてスパン100mのPC桁橋が完成したが、その時点における鉄道橋の最長スパンのPC橋は横黒線鷲ノ巣川橋りょう（年表—21）で、スパン44mであった。その後、PC道路橋のスパンが伸びるにつれ、PC鉄道橋のスパンも大きくなってきたが、道路橋の最大スパンのほぼ1/2程度にとどまっている。鉄道橋において長スパンのPC桁が造りにくいのは次のような理由によるものであった。

① 線路の角折れに対してきびしい制限があるため、中央ヒンジ型式の桁橋が使用しにくいこと。桁橋として長スパンのPC橋を造るには中央ヒンジ型式のものが当時としてはもっとも適しており、道路橋においてスパン200mを越える桁橋は斜張橋が現われるまで、ほとんどすべてこの型式になっていた。

② 道路橋に比べて活荷重が大きい（蒸気機関車がなくなった現在では設計活荷重がかなり軽くなっているが）、桁断面が大きくなり、その結果地震による水平荷重が大きく、下部構造が巨大になり設計が苦しくなる。

③ 単線橋りょうの場合、桁幅が小さいため、スパンが大きくなると、水平方向の安定性が悪くなる。

このようなハンディキャップを背負いながらも、鉄道におけるPC橋の長大スパンへの適用に関する努力がなされていった。特に1960年代、1970年代は各方面から長大化への技術開発が盛んに行われた時代である。

特に新幹線の騒音が、東海道新幹線開業（1964年、昭和39年）以後社会問題となり、開床式の鋼橋が騒音の元凶にされるようになって、騒音の低いコンクリート橋が、沿線住民からも要求されるようになり、山陽新幹線以降の新幹線工事においては、長大スパンの橋りょうにPC橋を適用することが定位になってきたが、それまでの技術開発の蓄積もあって、技術的には比較的スムーズに長大化を行うことができ、鉄道橋としては、主流の位置を占めることになった。

以下長大化に関する主な技術開発と実施例について述べることにしよう。

(1) 不静定構造物の採用

橋りょうのスパンを長大化する場合にまず考えられるのは不静定構造物として、曲げモーメントを各部に分散して、受け持たせようとするのであり、PC桁橋においても、この考え方はかなり早い時期に導入され、1957年に東京都の専用側線、晴海橋りょう（年表—15）にお

いて日本ではじめて連続PC桁が架設された。不静定構造物の特殊な橋りょうとしては、横黒線鷲ノ巣川橋りょうのπ型ラーメン型式（1962年、年表—21）、上越線第八利根川橋りょう（1962年、年表—22）の方杖式ラーメン等があるが、大部分は連続桁型式のものである。

連続桁の架設方法としては、支保工上で連続桁を場所打ちコンクリートで施工する方法〔1960年、赤穂線吉井川橋りょう（年表—17）、東北本線鬼怒川橋りょう（年表—19）〕、プレキャストされた桁を単純桁として架設した後、連続ケーブルで連続桁とする方法（晴海橋りょう、年表—15）、支点上からカンチレバーで張り出し、スパン中央で連続ケーブルにより一体とする方法（鷲ノ巣川橋りょう、年表—21）があるが、PC桁においては、架設中にかかる死荷重曲げモーメント分布と完成後にかかる死荷重曲げモーメントの分布の差が小さい程設計上有利となるので、特にスパンが長くなるにつれて、カンチレバー方式による架設が主流を占めるようになってきた。

(2) 連続桁における耐震構造の開発

カンチレバー架設による連続桁型式の採用によって上部構造のスパンの長大化は可能になってきたが、問題は下部構造の設計にあった。

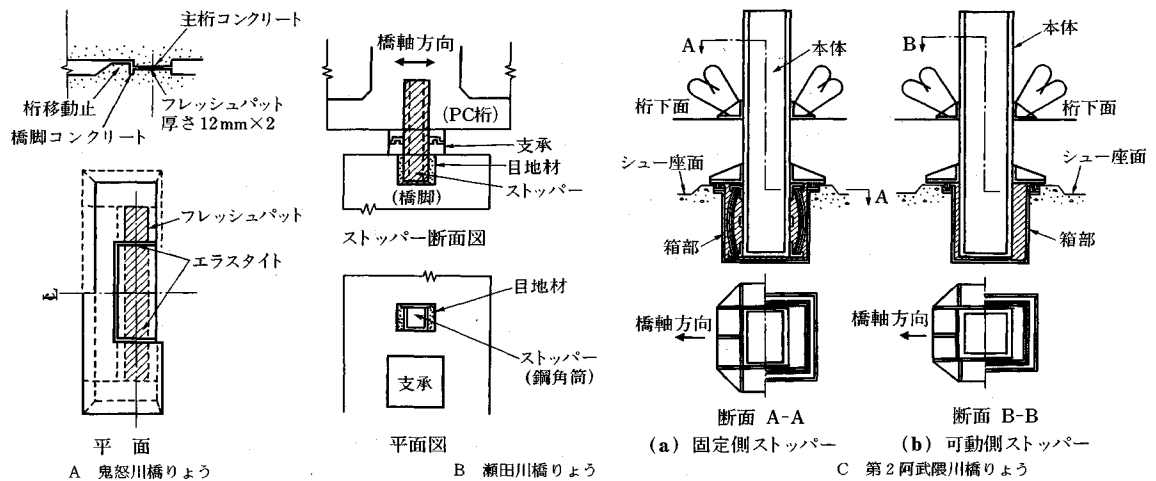
鋼連続桁の設計においては、1つの支点を固定とし、他は全部可動支承とすることによって、温度変化による伸縮に対応させ、橋軸方向の地震による水平力はほとんど全部を固定支承の橋脚に受け持たせる方式がとられていた。また、支承の型式としては、スパンの大きいトラスにおいては、多ローラー支承が採用されていた。

この考え方をPC連続桁に適用すると、死荷重の大きさが、鋼桁の数倍になるため、固定橋脚または橋台にかかる地震の水平力が非常に大きな値となり、余程地盤条件のよい所でなければ、下部工がきわめて不経済なものになる。

地震による水平力を各橋脚で分散して受け持たせることができれば、下部構造の設計が楽になるとともに、各橋脚の大きさをほぼ等しくすることもできる。

このような考え方を設計にはじめて取り入れたのが、東北本線鬼怒川橋りょう（年表—19）である。

支承部の構造は図-1Aに概略が示してあるが、支承としては、はじめて厚さ1mmのステンレス鋼板の間にネオプレンゴムをサンドイッチに挟んだフレシパットを採用した。中間橋脚の支承にはこのフレシパットを2枚重ねたものを使用し、端部の支承には、伸縮量が大きいため4枚重ねを使用した。コンクリートのクリープ、温度変化の伸縮はネオプレンの剪断変形に対応し、列車の制動荷重等の橋軸方向の水平力は、コンクリートとフレシパット、フレシパットとフレシパットの間の摩擦に



図—1 ダンパーストッパー機構の変せん

よってずれが起こらないように考えられている。

大きな地震力が作用して、フレッシュパットの許容変形量を超える変位が起こったり、フレッシュパットがずれた場合には、桁の突起部と橋脚側の桁移動止めとが直接ぶつかり、ぶつかった橋脚の天端の水平変位量が増すにつれて、各橋脚が桁と順次直接ぶつかり、水平力を分担して受け持たせる構造としたものである。

この設計思想は、地震時に橋脚頂部にはかなりの水平変位があることを前提としたものであり、考え方としてはきわめてプリミティブなものであるが、ダンパー支承の原型をなすものである。

東海道本線瀬田川橋りょうの5経間連続桁(年表—27)においては、図—1Bに概略を示すが、一段と改良された型式となっている。この橋りょうは5経間連続で桁長が長く、水平移動量が大きいためゴム支承は使用せず、全部すべり支承を採用している。常時かかる橋軸方向の水平力に対しては、一つの橋脚において、橋脚と桁本体をX字形に鋼棒で固定されているが、この鋼棒は水平力がある値以上になると切断するようになっている。鋼棒切断後は、図に示すストッパーによって各支承が橋脚に固定された状態となる。ストッパーの構造は桁本体に埋め込まれた鋼角筒が橋脚にあけられた凹部にはめ込まれ、まわりの空隙に目地材を填充したもので、温度変化等によるゆっくりした変位に対しては目地材の塑性変形によって追従するが、地震力のような急激にかかる力に対しては、固定の状態になるものとして設計がなされているが、当時としては、動的な解析を行うところまではいっていない。

その後、騒音の問題から鉄道の長大橋にはほとんどPC桁が採用されるようになり、一方ではコンピューターによる動的な解析が容易に行われるようになってきたため、ダンパーストッパーの考え方も一段と進んだも

のとなった。

図—1Cは東北新幹線第2阿武隈川橋りょう(年表—34)に使用されたものであり、箱部の中には油が入られており、ストッパーの移動に伴いストッパーと箱部のすき間を通して油が移動するようになっている。現在でも、この型式のものが使われており、ストッパーとして完成された型といえるものである。

ダンパーストッパーの開発は東北本線鬼怒川橋りょうにおける原始的な発想から展開されたが、鉄道橋におけるPC桁のスパンの長大化はもとより多経間連続桁の設計を可能にしたという点で特筆すべき開発であったといえることができる。

(3) 軽量コンクリートの利用への試み

昭和40年(1965年)頃人工軽量骨材の生産がかなり活発に行われるようになり、特に建築分野において盛んに使用されるようになってきた。鋼桁に比べ重量が大きくなるPC桁のハンディキャップを少しでも少なくするため、軽量コンクリートをPC桁に利用しようとする空気があり、このための研究がなされた。しかし軽量骨材だけでは設計基準強度 400 kg/cm^2 のコンクリートを造ることはむずかしく、一部普通骨材を混ぜることによって所定の圧縮強度が得られるので、コンクリートの比重2.0を目途に実用に供することとなった。

PC橋りょうとしてはじめて軽量骨材を使用したのは東北本線金山架道橋(年表—25)である。その後1966年に土木学会において「人工軽量骨材コンクリート設計施工指針(案)」(年表—26)が制定された。

1967年総武本線荒川橋りょうの両側の東および西高架橋の設計に際し、軟弱地盤であることから、できるだけ軽量な高架橋とするため、橋脚には、設計基準強度 300 kg/cm^2 、比重1.7の軽量コンクリート、上部構造に

は設計基準強度 400 kg/cm^2 、比重 2.0 の軽量コンクリートの PC 桁を採用し、約 $10,000 \text{ m}^2$ の軽量コンクリートを使用した。

この実施例をもとに長大橋への利用の研究がなされたが、比重が 10 数 % 程度しか小さくならないのに対し、コンクリートのヤング係数が小さく、クリープ変形量も多くなるため、PC 鋼材の使用量もあまり減らないこと、また、凍結融解作用に対して弱い等の理由から長大橋への利用の関心はうすれていき、むしろ超高強度コンクリートへの関心が高まっていった。

(4) 超高強度コンクリートの利用

PC 用のコンクリートとしては、我が国に技術が導入されて以来、工場製品は 500 kg/cm^2 、現場施工のコンクリートは 400 kg/cm^2 の圧縮強度のものが標準であった。初期の時代には高性能の混和剤がないため、スランプ $0\sim 3 \text{ cm}$ のコンクリートであり、これを締固めることは非常にむずかしく、締固め不良による失敗も少なからず起きていた。

その後高性能の減水剤の開発、普及に伴って、コンクリートのスランプも逐次大きくなり、したがってコンクリート打ちにもポンプが使えるようになって、コンクリート施工の安全性が高まった。

また、高性能減水剤は超高強度のコンクリートの製造をも可能にした。工場製品において圧縮強度 800 kg/cm^2 、現場施工コンクリートにおいて、 600 kg/cm^2 のコンクリートの実用化ができるようになってきた。超高強度コンクリートの使用にあたっては、マッシブな断面の部材では、水和熱の発生等から適当ではないと判断されていたので、部材断面の比較的小さいトラス構造への利用が試みられた。1973 年山陽新幹線岩鼻架道橋（年表—31）、久慈線大田名部橋りょう（年表—32）、1975 年久慈線安家川橋りょう（年表—33）に PC トラスが架設された。PC トラスについては、構造上にもまだ改良すべき点、また施工についても効率的な施工という面に解決すべき問題があり、その後は実施例はない。

しかし、その後一般の PC 桁で、桁高の制限等から、超高強度コンクリートが要求される場合には、通常の施工方法と同じに使用された例がある。

(5) 今後の展望

PC 桁の分野において、これまでの技術開発は主としてスパンの長大化に対して焦点が当てられていた。本四備讃線北浦港橋りょう（年表—43）においてスパン 120 m の PC 鉄道橋が完成した。PC 桁橋としてはこの程度のスパンが限度と考えられるし、また、これ以上のスパンが必要となる鉄道橋の需要はきわめて稀でもある。

道路橋においては、中央ヒンジ型式の PC 桁橋としてスパン 250 m 程度のものがいくつか作られているが、現在ではスパン 200 m を越すものはほとんど PC 斜張

橋にとって代わられている。これは橋が軽量化できるメリットによるものである。

PC 鉄道斜張橋は 1979 年久慈線小本川橋りょう（年表—39）において中央スパン 85 m の例が唯一あるが、橋りょう全体の剛性を増すため、斜材をコンクリートで巻いている。

橋りょうの新しい型式として、軽量化が可能であるため、鉄道橋の分野においても今後増えてくるものと考えられる。

保守、騒音等に対する有利性から市街地における PC 橋の使用が増えてきているが、作業スペース、架設中における安全性等制約される事柄も多く、このため東北上越新幹線の架道橋には押し出し工法が多く利用されたが、市街地においては、この種の技術開発が今後も望まれるところである。

年 表 プレストレストコンクリートの歴史（鉄道構造物）

番号	年号	記 事
1	1886	アメリカの P. H. Jackson がアーチ形コンクリート床の補強に緊張した繋材を用いることを提案し、特許を得た。
2	1896	ドイツの J. Mandel がプレストレストコンクリートを初めて理論的に論じ、プレテンション方式を述べた。
3	1928	フランスの Freyssinet が高強度鋼と高強度コンクリートを用いて、初めて実用上の問題を解決した。
4	1932	我が国において、プレストレストコンクリートに関する原理特許を、Freyssinet が取得した。
5	1944	仁杉 巖氏により、「鋼弦コンクリートの研究」が、鉄道業務研究資料に発表され、我が国における最初の研究報告書となる。
	1945	第 2 次世界大戦終る。
6	1951	石川県七尾市に支間 3.4 m の長生橋が架けられ我が国初の PC 橋となる。
7	1951	国鉄が初めて、PC 枕木（プレテンション方式）を発注した。
8	1952	東京駅プラットフォームにポストテンション方式の PC 桁を日本ではじめて使用した。
9	1953	大阪駅構内、線路扛上桁に、鉄道荷重を受ける桁として初めて PC 桁を使用した。
10	1954	信楽線第一大戸川橋りょう（スパン 31 m 、フレネ方式ポストテンション PC 桁）において、初めて本格的 PC 鉄道橋が架設された。
11	1954	建築分野における初の PC 構造物として、浜松町駅上屋が造られた。
12	1955	本格的な PC 道路橋として、福島県の上松川橋（スパン 40 m ）が架設された。
13	1955	土木学会において、「プレストレストコンクリート設計施工指針」が制定された。
14	1955	第 2 回 FIP 国際会議において、P. Xercavins によって PC 桁疲労実験に関する報告 (Recherche de la valeur optimum de la tension des armatures de la précontrainte) がなされ、ドイツ式の考え方とフランス式の考え方の論争点となる。

番号	年号	記 事	番号	年号	記 事
15	1957	東京都専用側線、晴海橋りょうで、我が国初の連続PC桁が鉄道橋として架設された。	31	1972	山陽新幹線新大阪—岡山間開業
16	1960	日豊本線小丸川橋りょう(スパン22.3m, 35連)において、鋼版桁を夜間の列車間合を利用して、PC桁に架け替える工事が完成した。	1973	1973	山陽新幹線岩鼻架道橋において、超高強度コンクリート($\sigma_{28}=800\text{ kg/cm}^2$)を用いたPCワーレントラスによる鉄道橋が完成した。
17	1960	赤穂線吉井川橋りょう(スパン33m+39m+33m)においてレオンハルト工法によるPC橋が架設された。	32	1973	久慈線大田名部橋りょう(スパン24m)において上路式PCハウトラスが架設された。
18	1961	土木学会において、「プレストレストコンクリート設計施工指針」が改訂された。	1975	1975	山陽新幹線岡山—博多間開業
19	1961	東北本線鬼怒川橋りょう(スパン30.12m+30.62m+30.12m, 3経間連続桁)において初めてゴム支承を採用した。	33	1975	久慈線安家川橋りょう(スパン45m 橋長305m)において上路式PCハウトラスによる鉄道橋が完成した。
20	1961	宮崎県越野尾橋において、道路橋として初めてスパン100mに達した。	34	1975	東北新幹線第2阿武隈川橋りょう(スパン105m 5経間連続PC箱型橋)において、鉄道橋として初めてスパン100mを超える橋が完成した。
21	1962	横黒線鷺ノ巣川橋りょう(スパン24m+44m+24m)に鉄道橋として、初めてディヴィダーク工法が採用された。	35	1975	東北新幹線第一北上川橋りょう(スパン31m~49m 橋長3332m)において、ストラバーク方式とゲルストワーゲン方式の移動支保工を使用して長大な高架橋が施工された。
22	1962	上越本線第八利根川橋りょう(スパン62m)で、初めて2ピンジ箱型PC方柱式ラーメン橋が完成した。	36	1977	東北新幹線猿ヶ石橋りょう(スパン30m, 全13経間)において、鉄道橋として初めて、押し出し工法架設によるPC橋が完成した。
23	1963	東海道新幹線矢作川橋りょう(スパン42m+42m+42mレオンハルト方式による3経間連続桁)において、新幹線として初めて長大橋に採用された。	37	1978	土木学会において「プレストレストコンクリート標準示方書」が制定された。
	1964	東海道新幹線東京—大阪間開業	38	1978	上越新幹線吾妻川橋りょう(スパン110m+110m箱形T形ラーメン)が完成した。
24	1965	国鉄「プレストレストコンクリート鉄道橋設計施工基準(案)」が制定された。	39	1979	久慈線小本川橋りょう(45.65m+85.0m+45.65m)において、鉄道橋として初めての斜張橋が完成した。
25	1965	東北本線金山架道橋(スパン15.8m)において、初めて人工軽量骨材を使用した、軽量コンクリートPC桁が採用された。	40	1982	東北新幹線上尾付近高架橋において、工期短縮のため、現場組立てのPCブロック工法で大量のPC桁が採用された。
26	1966	土木学会「人工軽量骨材コンクリート設計施工指針(案)」が制定された。	1982	1982	東北新幹線大宮—盛岡間、上越新幹線大宮—新潟間開業。
27	1967	東海道本線瀬田川橋りょう(スパン46m 5経間連続)が完成した。この橋りょうにおいて橋桁と橋脚を塑性的に結合する耐震構造を開発し、以後のPC鉄道橋のスパン長大化への道を開いた。	41	1983	国鉄「建造物設計標準プレストレストコンクリート鉄道橋」が改訂された。
28	1967	総武本線荒川東および西高架橋において、大量の軽量コンクリートPC桁を採用した。	42	1986	本四連絡橋、番ノ洲高架橋鉄道部において大量のPC桁が、カンチレバー方式によって架設された。
29	1970	国鉄「建造物設計標準プレストレストコンクリート鉄道橋」が制定された。	43	1988	本四備讃線北浦港橋りょう(85m+2×120m+85m+40m)において、スパン120mのPC鉄道橋が完成した。
30	1971	山陽新幹線、加古川橋りょう(スパン55.6m, 3経間連続桁)において、プレキャストブロックによるカンチレバー工法が採用された。	1988	1988	本四連絡橋瀬戸大橋開業

(1991.12.4 受付)