

鉄道におけるPCの歴史について

石橋 忠良*

1. はじめに

鉄道においては、現在、長大橋はほとんどPC橋が採用されている。これは、新幹線の騒音問題からそれまでの長大橋の主流だった鋼橋からPC橋が変わったことによる。また、騒音と同時にメンテナンスの面からもPC橋が選ばれる例が増えており、PC橋は非常に一般的な構造形式となっている。しかし、わが国のPC橋は、戦後に始まったものである。以下に、この戦後から現在に至るPCの発展の歴史を鉄道の分野に関して時代区分ごとに代表的な橋梁を中心に紹介する。

2. PCの初期（昭和20年～30年代）

PC桁の研究は、第二次世界大戦の始まる前から国鉄鉄道技術研究所にて始められており、プレテンション桁の試験が行われていた。戦後、本格的な研究が進められ、昭和23年に枕木にプレストレストコンクリートを適用することの試作、研究が始まった。当時の定着工法はマグネル式である。

昭和26年に国鉄からPC枕木が発注されたことがプレテンションの実用化の始まりである。また、昭和27年には東京駅のプラットフォームにポストテンションPC桁が発注された。

昭和28年には、大阪駅構内にスパン4.9 mのポストテンションPC桁が初めての鉄道橋として施工された。

昭和29年には、信楽線の第一大戸川橋梁（スパン30m）が最初の本格的なPC鉄道橋として造られた（図-1）。この橋梁は現在も非常に健全である。シューにはフランス式のコンクリートロッカーシューを用いている。桁高/スパンは1/23、設計基準強度450 kgf/cm²である。この頃に造られた国鉄の主なPC鉄道橋を表-1に示す。

また昭和29年、建築における初のPC構造として浜松町駅上屋が着工した。

昭和30年に「プレストレストコンクリート設計施工指針」が初めて土木学会において取りまとめられた。この中では対象とするPC鋼材はPC鋼線に限定され、現在一般的に普及しているPC鋼棒、PC鋼より線は除外されている。その後の

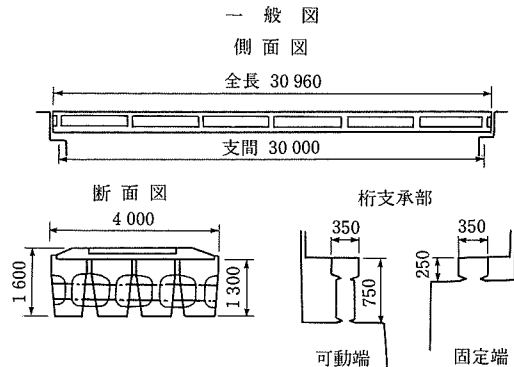


図-1 信楽線第一大戸川橋梁

表-1 初期のPC鉄道構造物

A. プレテンション鉄道橋

名称	場所	荷重	スパン*	竣工**	方式
第1中島橋梁	白新駅	KS-15	2.89	28.9	12主桁
東京駅7・8番線橋	東京晴海埠頭	KS-18	7.5	28.11	10主桁
大阪駅線路扛上桁	大阪駅構内	KS-18	5.0	29.10	2主桁
新宿駅地下道桁	新宿駅	KS-15	7.5	30.2	10主桁
海運町架道橋	大阪環状線	KS-18	9.8	32.3	9主桁

B. ポストテンション鉄道橋

名称	場所	荷重	スパン*	竣工**	方式
大阪駅線路扛上桁	大阪駅構内	KS-18	4.9	28.3	マグネル2主桁
第一大戸川橋梁	信楽線	KS-12	30.0	29.9	フレシネー4主桁
絹掛橋梁	北陸本線	KS-18	12.9	32.9	フレシネー4主桁
晴海橋梁	東京晴海埠頭	KS-15	21.3×3	32.12	フレシネー2主桁
古江橋梁	国分線	KS-14	25.3	33.11	フレシネー2主桁

* 単位：m, ** 昭和年月

PCの急速な普及に伴い、昭和36年に土木学会の「プレストレストコンクリート設計施工指針」が改定された。この主な改定点は次のとおりである。

- ① PC鋼材としてPC鋼棒、PC鋼より線が追加された。
- ② コンクリート強度の管理値、プレストレッシングの管理方法、PCグラウト指針、試験方法が整備された。

昭和32年には、最初のPC連続桁晴海橋梁（21.3m×3）が完成した。これはI形単純桁を架設し、支点上で連結したものである。

昭和35年には、赤穂線吉井川橋梁（33.2m×3、4連、単純桁）がレオンハルト工法にて建設された。総足場、場所打ち工法である。

昭和34年に東海道新幹線が着工された。高架部には大量のPC桁が採用された。大部分はT形、I形を並べた方式である。この時期在来線にも各種のPC桁が採用された。

下路桁は、昭和35年に鹿児島本線石堂川橋梁（スパン11m）が、昭和36年に七尾線羽昨川橋梁（スパン19m）が施工された。

昭和37年には、上越線第八利根川橋梁（62m）が方杖ラーメン橋として施工されている。



* Tadayoshi ISHIBASHI

東日本旅客鉄道(株)
構造技術センター 所長

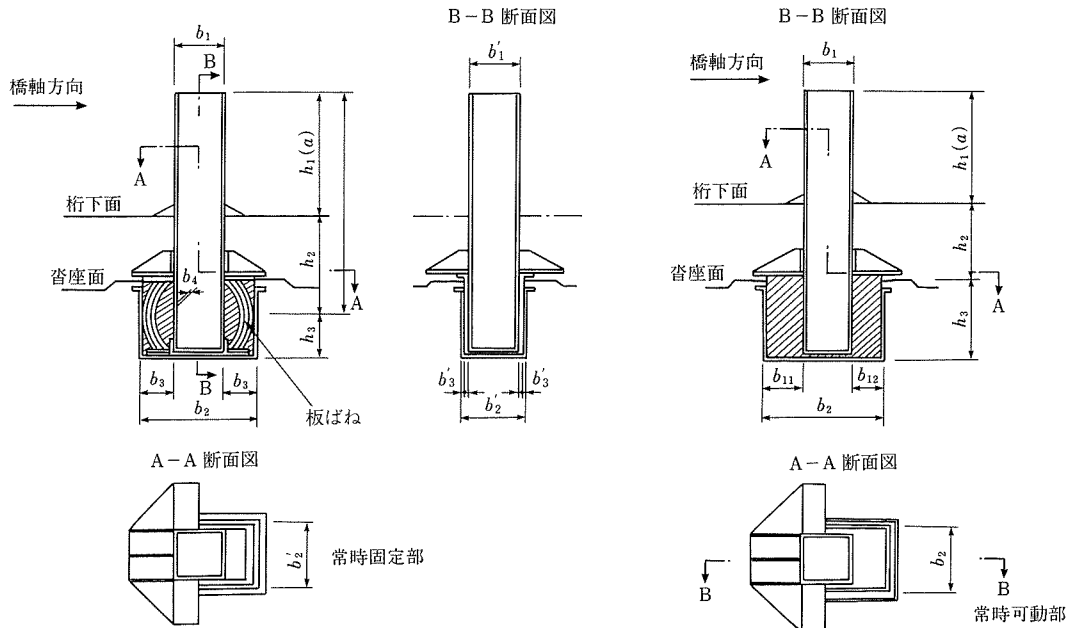


図-2 ダンパー式ストッパー

同年には、東北本線鬼怒川橋梁 (30m×3, 33m×2+30m, 36m+30m+33m) がフレシナー工法による連続桁として総足場にて完成した。

また同年には、北上線鷹巣川橋梁 (24m+44m+24m), 昭和39年には東北本線那珂川橋梁 (26.4m+46m+26m) がディビダーク工法にて張出し施工された。

3. 高度成長期 (昭和40年代)

昭和39年には東海道新幹線が開通した。山陽新幹線の岡山までが昭和47年、博多までが50年に開通した。東海道新幹線の開通により、鉄桁の列車走行に伴う騒音が大きな社会問題となり、その結果PC桁の長大橋への採用が一般化した。

昭和40年に完成した東北本線荒川橋梁は、スパン38.6mの複線下路桁である。昭和44年総武線中川放水路橋梁 (37.4m+48m+37.4m) はわが国最初のPC下路連続桁である。

昭和41年に完成した山陰本線日野川橋梁はスパン58.3mで箱型単純桁で当時最大スパンであった。

また、この時期にはプレキャスト工法の開発、採用が盛んに行われた。昭和42年には北陸本線名立川橋梁 (31m×2) が箱型桁を21個のブロックに分割し、接合面にはエポキシ樹脂が用いられ架設された。昭和44年には山陽新幹線の加古川橋梁 (56m×3, 2連) が、目地にはエポキシ樹脂を用いプレキャストカンチレバー工法で施工された。同年に奥羽線米代川橋梁 (56.3m×3, 2連) がコンクリート目地を用いてプレキャストブロック工法にて完成した。

この時代にダンパー式ストッパーが世界に先駆けて実用化された。地震時の水平力を全橋脚で分散支持することが可能となったので、長大な連続桁の建設が経済的にも可能となった。東海道本線瀬田川橋梁 (46m×2) は昭和42年に完成した。ここでは各ピアーに、地震時に桁とピアーとが移動可能な鋼角筒と、常時の固定用および地震時の桁移動を防止するため、橋脚のほぼ中間部には水平力に抵抗する

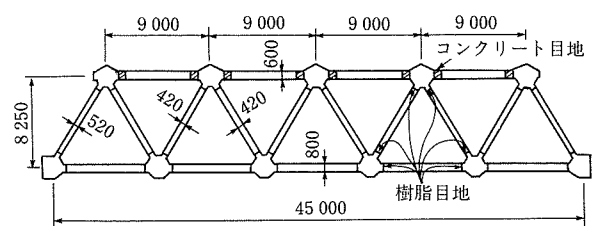


図-3 PCトラス側面図 (岩鼻架道橋)

機能をもつPC鋼棒をたすきにした構造が採用されている。その後、分散方式をさらに改良したダンパー式ストッパーが開発され、山陽新幹線およびそれ以後現在に至るまで単純桁、連続桁に多く用いられている (図-2)。

最大径間80m級の連続桁が次々と建設された。昭和45年には山陽新幹線吉井川橋梁 (73.2m×2) が、昭和49年には山陽新幹線錦町架道橋 (43.2m+88.0m+43.2m) が完成した。

昭和48年に完成した山陽新幹線第2綾羅木川橋梁はコンクリートの設計基準強度600kgf/cm²を用いたスパン49.0mのI形単純桁である。

昭和48年には山陽新幹線岩鼻架道橋 (45m, 図-3) が、またその年に三陸鉄道太田名部架道橋 (24m) がPCトラス橋として完成した。昭和50年には三陸鉄道安家川橋梁 (45m×6+27m) がPCトラス橋として完成した。いずれも設計基準強度800kgf/cm²の高強度コンクリートを用いている。

軽量コンクリートを用いたPC桁として昭和40年に東北本線金山架道橋 (15.8m) がわが国で初めて施工された。昭和42年~43年に総武線の線増工事のPC桁 (16m~31m) に大量に採用され、また山陽新幹線の倉敷付近の軟弱地盤地帯のPC桁 (22m~32m) にも軽量コンクリートが採用されている。

4. 昭和50年代以降

この時期に施工された東北・上越新幹線では、騒音に対

する配慮からより長大なPC桁が建設された。

昭和49年から50年にかけて東北新幹線第一北上川橋梁のPC箱型桁が移動支保工により施工された。この橋梁は総延長3870mとなる。桁長は31mと33mの2種類で桁高、断面は同一に設計された。桁長31mが45連、33mが48連施工された。

長大橋梁は、東北新幹線第2阿武隈川橋梁(104.9m+105m×3+104.9m)が昭和50年に、上越新幹線太田川橋梁(55.4m+110m+55.4m)、吾妻川橋梁(110m×2)が昭和53年に完成した。これらはいずれも箱型断面でカンチレバー工法にて施工された。昭和63年には、本四備讃線の北浦港橋(85m+120m×2+85m+40m)もカンチレバー工法にて施工された。

昭和50年には、東北新幹線猿ヶ石橋梁(30m×7+30m×6)にて押出し工法が初めて鉄道橋に採用された。

昭和54年には、上越新幹線赤谷川橋梁が最大スパン126mのコンクリートアーチ橋で完成し、三陸本線小本川橋梁(45.7m+85m+45.7m)が、斜材をPC部材としたPC斜張橋として施工された。

単純桁のスパンも増大し、昭和51年に東北新幹線第2丘里架道橋(61.4m)が複線下路桁で、昭和52年には東北新幹線砂押川橋梁(65.6m)が単純箱型桁で施工された。

昭和53年の宮城県沖地震により建設中の東北新幹線の構造

物に被害が生じた。とくに支承部の被害が大きかった。この結果、鋼製シューをやめてゴムシューを全面的に採用し、鋼製のストッパーと併用することとなった。また、橋脚のせん断先行破壊を防ぐために帯鉄筋を大幅に増加させることになった。

PRC桁が昭和57年に桜井線のボケラ橋梁(16.2m)に施工された。その後、大宮、上野間の東北新幹線、埼京線で46連のPRC桁が施工された。現在は全面的にPRC桁が採用されている。

5. 最近の状況(国鉄分割後)

昭和62年に国鉄が民営分割された。その後の主な鉄道に関わるPC橋梁を、土木学会の田中賞から拾ってみたのが表-2である。このうち、青森ベイブリッジ(128m+240m+128m)は青森駅をオーバーする道路橋である(写真-1)。北陸新幹線第2千曲川橋梁、屋代橋梁(65m+105m×2+65m, 55m+90m+55m)は鉄道橋としては初めて斜材をケーブルとした斜張橋である。東北本線名取川橋梁(40.9m+51.5m, 108.4m+108.6m, 51.9m+52.9m, 51.9m+52.0m)は斜材をPC版とした橋梁である(写真-2)。仙石線鳴瀬川橋梁(75.8m+85.0m×4+71.3m)は高欄部分を構造部材にデザイン面も考慮して取り入れた橋梁である。これらはいずれもPCケーブルの偏心を大きくする構造となっている。



写真-1 青森ベイブリッジ

表-2 土木学会田中賞受賞鉄道橋梁

年	橋梁名	備考
平成4年	青森ベイブリッジ(3径間連続PC斜張橋)	JR東日本
平成7年	北陸新幹線第2千曲川橋梁(2径間連続PC斜張橋)	日本鉄道建設集団
平成8年	名取川橋梁(2径間連続PC斜版橋×4連)	JR東日本
平成8年	北陸新幹線屋代橋梁(屋代南:4径間連続PC斜張橋, 屋代北:3径間連続PC斜張橋, 屋代中:3径間連続PCラーメン橋)	日本鉄道建設集団
平成11年	鳴瀬川橋梁(6径間連続PRCフィンバック橋)	JR東日本



写真-2 東北本線名取川橋梁

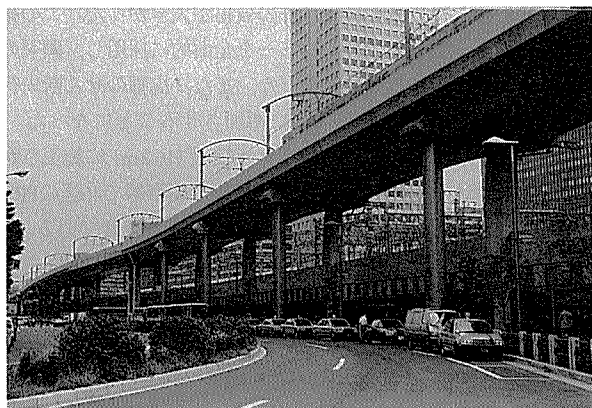


写真-3 中央線（東京駅付近）

平成8年に完成した東京駅付近の中央線の重層化工事では、景観に配慮したデザインにするとともにPRC桁を後からラーメン化した高架構造としている（写真-3）。

6. おわりに

PC技術が特殊な技術から一般的な技術として普及した結果、橋梁には当然であるが、地中構造物に使われたり、またPC単一でなく複合構造や混合構造の一部として使われてきている。性能面でPC技術は有用であり、さらに広く使われ一般化していくものと思われる。

参考文献

- 1) 日本鉄道施設協会：鉄道施設技術発達史，1994.1

【2000年8月18日受付】

◀ 刊行物案内 ▶

- 複合橋設計施工規準(案)
- PC構造耐震設計規準(案)
- PC斜張橋・エクストラードード橋設計施工規準(案)－抜粋－

(平成11年12月)

頒布価格：3点セット 5 000円 (送料600円)

社団法人 プレストレストコンクリート技術協会