

## 鉄道橋、それは人と人をつなぐ架け橋

A Railway bridge - a tie bringing people together-

kawase hiyoshi  
河瀬 日吉

### 1. はじめに

PC鉄道橋設計に携わった30年余を振り返り、設計実務をとおして感じた鉄道橋について記述させて戴きます。

### 2. PC鉄道橋との出会い

昭和51年に入社、配属部署が構造部であったことがPC鉄道橋との関わりのはじめです。先輩のトレーサーの方から「良い部署に配属になったわね」の言葉が記憶に残っています。当時佳境であった東北新幹線建設の他、河川改良に伴う在来線の桁架替え設計を始めとする旧国鉄発注の設計を主に担当しました。東北新幹線、上越新幹線、本四連絡橋児島坂出ルート、在来線（指宿枕崎線、日豊本線、福知山線、山陽本線、常磐線等）等、全国各地の橋梁を東京に居ながらにして担当できたことが先ず大きな魅力であり、自分の空間が大きく広がった事を感じました。

### 3. “構設”の存在とは

PC鉄道橋の設計を担当する技術者にとって、国鉄構造物設計事務所（通称 構設）の存在は、畏怖と同時に憧れの存在でもあり、構設審査または指導対象となるPC橋梁の設計を担当する事が大きな魅力でした。先輩方が掲示版に“構設”“技研”と記入して颯爽と協議に外出される光景に憧れたものです。当時の国鉄では既に、岩鼻PCトラス橋、第2、第3阿武隈川橋梁等が土木学会田中賞を受賞しておりPC橋の技術をリードしていたと同時に鉄道技術研究所においては、Ⅲ種ひび割れ桁の実験、アンボンドPC桁の実験等、基礎的な実験が継続して実施されていた時代です。

長大橋、特殊橋設計業務では、構造物設計事務所から都内研修センター等に打合せ場所を変え、電卓を叩き、計算書と図面の整合、赤鉛筆による添削等、構設担当者とコンサル側技術者が膝を突き合わせ、活発に議論を交わし、最終成果へと完成させていった事が思い出されます。

今日では、鉄道建設・運輸施設整備支援機構（鉄道・運輸機構）設計技術部、東日本旅客鉄道株式会社（以下JR東日本（株））建設工事部 構造技術センター等が“構設”に近い組織との認識です。私同様に、次世代の技術者にとっても常に憧れの場所であって欲しいと願っています。

### 4. 鉄道橋の魅力

明治以来、鉄道は技術の先端を常にリードし、全国津々浦々にまで鉄路を駆け、最盛期には国鉄のみで延べ242線区20000kmにもおよぶ交通網を構築していました。

東京勤務時代に、旧国鉄信越線の碓井峠第3橋梁（明治

26年煉瓦作り4連アーチ橋 写真-1）を自分の目で確かめたいと草津温泉旅行の途中に立ち寄ったことが懐かしい思い出となっています。



写真-1 碓井峠第3橋梁

九州に転勤し、急峻な地形にトンネル、橋梁等により敷設された鉄道を見た時は更に驚きの連続です。昭和3年に架橋された熊本県白川に架かる南阿蘇鉄道（旧高森線）の第1白川橋梁（橋長166.3mの上路式バランスドアーチ上路橋 写真-2）の他、立野橋梁（橋長138.9mの4連の上路プレートガーター、トレスル橋脚 写真-3）はその一例です。大型重機等が無かった当時の橋梁架設にかけた先人の知恵と勇気には感嘆せざるを得ません。車社会以前のインフラ整備は鉄道が主であり、生活の足を確保するために鉄道網が敷かれていたという事が判ります。かつては、蒸気機関車が疾走していた光景を連想させるには華奢と感じられる構造ではありますが、風格があり夢を抱かせるのではないのでしょうか。



写真-2 第1白川橋梁



写真-3 立野橋梁

### 5. 鉄道橋の設計の特徴

♪♪きしゃ・きしゃ・・・で始まる童謡の中で♪♪鉄橋だ、

鉄橋だ、というフレーズが出てきます。かつては橋と言えば鉄橋でした。が、鋼橋の頻度は小さくなっています。RC桁、PC桁、ラーメン高架橋等汎用性の高い構造物においては標準設計を行い、設計および路線計画を行う上で効率化、平準化が進められていますが、その時代、路線環境等に応じて設計体系、荷重体系が異なりますので、標準設計といえども、その適用可能期間は限られたものになるため運用には注意が必要です。

また、PC鉄道橋においては、T形桁、I形桁、床版橋、下路桁、箱桁等の単純桁から、連続箱桁橋（支保工架設、張り出し架設、押出し架設）、斜版橋、エクストラード橋、斜張橋等、架橋条件に応じて様々な構造形式が採用されており、その代表的な事例を表-1に示します。

表-1 最近の長大特殊橋梁（PC、RC橋）の事例（単位：m）

構造形式	橋梁名	橋長	支間	線名
斜張橋	第2千曲川橋梁	270.0	135.0+135.0	北陸新幹線
エクストラード橋	屋代北架道橋	200.0	55.0+90.0+55.0	北陸新幹線
	屋代南架道橋	340.0	65.0+20105.0+65.0	北陸新幹線
	三内丸山架道橋*	450.0	75.0+20150.0+75.0	東北新幹線
	大野川橋梁*	286.0	30.0+20113.0+30.0	九州新幹線
	平野地区高架橋	133.0	35.0+63.0+35.0	JR東貨物連絡線
	餘部橋梁*	310.6	52.83+2082.5+55.0+37.8	JR山陰本線
斜版橋	名取川橋梁	512.2	103.4+108.6, 51.9+52.0	JR東北本線
	川内川橋梁	338.0	77.5+68.5+96.0+96.0	九州新幹線
	第二吾妻川橋梁*	390.0	111.5+167.0+111.5	JR吾妻線
斜材補剛箱桁	第一玉川橋梁	188.0	51.5+85.0+51.5	JR田沢湖線
フィンバック橋	鳴瀬川橋梁	488.7	76.6+4085.0+72.1	JR仙石線
	姫川橋梁*	462.0	57.0+69.0+3070.0+69.0+57.0	北陸新幹線
アーチ橋	第三馬淵川橋梁	184.0	29.0+3042.0+29.0	東北新幹線
	天間川橋梁	180.4	57.175+66.05+57.175	JR東北本線
	第三吾妻川橋梁*	203.0	22.235+159.53+19.935	JR吾妻線
波形鋼板ウェブ橋	黒部川橋梁*	344.0	2050.0+2072.0+2050.0	北陸新幹線
ランガー橋	三跨川橋梁	87.7	84.0	JR羽越本線
	原田跨道橋	63.0	61.0	九州新幹線
単純斜吊橋	姉ヶ崎川橋梁	81.0	79.5	JR内房線
下路橋桁（デュープ桁）	桑取川橋梁*	65.0	63.4	北陸新幹線
複合鋼管トラスウェブ橋	山倉川橋梁	53.2	51.8	JR羽越本線

注) \* 施工中または開業前の橋梁

鉄道橋を設計する上でその特徴は荷重です。以下にその代表的な特徴を述べます。

- ① 構造物の断面を決定する最も大きな要因である活荷重の特性値とその載荷位置が明かである。
- ② 荷重（軸重）を支持する軌きょう（レール、マクラギ等）、コンクリートスラブ、路盤コンクリート等の版上荷重が載荷される。
- ③ 衝撃荷重、遠心荷重、制動荷重、始動荷重、車両横荷重、車輪横圧荷重等の列車走行に伴い作用する荷重が載荷される。
- ④ ロングレールの使用によりロングレール縦荷重を考慮する。（レールと締結装置との間に作用する摩擦力に対する反力として構造物に作用する）
- ⑤ 衝撃荷重は構造物の固有振動数の他、速度パラメータにより大きく変化する。
- ⑥ 路盤コンクリートの形状は、軌道の平面線形により異なり、カントを計算して決定する。（在来線と新幹線で

は算出式が異なります）

⑦ 設計荷重の組合せケースが多い。

鉄道橋設計固有の荷重、専門用語等、鉄道に精通しなければ理解できない事項、取り決め事項が随所にあります。特に留意しなければならない点は、鉄道会社、路線によって、設計基準、特性値、要求性能が異なる事です。そのため、プログラムに汎用性を持たせることが困難であるため市販のソフトが無く、個々に対応可能なソフトを開発する必要があります。

## 6. 許容応力度法から限界状態設計法への移行

昭和61年の日豊本線汐見川橋梁（押出し工法による人工軽量骨材コンクリート4径間連続PC下路桁 橋長132.0m 写真-4）の設計後に、国鉄分割民営化と同時に鉄道橋の設計を離れ、平成2年の北陸新幹線高崎・軽井沢間の建設に伴うPPC桁標準設計との関わりから再び鉄道橋設計を担当する事になり今日に至っていますが、その間に許容応力度法から限界状態設計法への大転換がありました。



写真-4 施工中の汐見川橋梁

限界状態設計法が導入された当時の北陸新幹線高崎・長野間の設計では、①日本鉄道建設公団設計室によるPPC単純桁設計指針（案）、②鉄道総合技術研究所「コンクリート構造物設計標準に関する委員会」による限界状態設計に関する設計規準等により限界状態設計法を勉強することから始める事になりました。その後は、鉄道構造物等設計標準・同解説（鉄道標準）に準じた設計となり、常磐新線のPCT桁標準設計、PC連続桁（第1、第2谷中Bv）、江戸川PC下路橋等が実績として在ります。当時は、“鉄道標準”を理解しながら計算書を作成するという手作業であったことから、誰が見ても判る計算書を作成していたのではないかと思います。

個々にパソコンが与えられ、パソコンの能力が急激に発達した時代であったことは幸いしましたが、限界状態設計法に準じた設計ソフトを完璧に整備するまでには、まだまだ時間を必要とした時代です。

平成10年頃より鉄道・運輸機構による東北新幹線盛岡・新八戸間、九州新幹線新八代・鹿児島間の建設により、PC長大橋の設計が一挙に増加しました。東北新幹線沼宮内高架橋（押出し工法による人工軽量骨材コンクリート11径間連続箱桁橋 橋長380m 写真-5）、九州新幹線川内川B（4径間連続PC斜版橋 橋長338m 写真-6）等、PC鉄道橋の技術が再び花開いたといった印象でした。幸

い発注者側には設計技術室の金森総括、構造技術センターの石橋所長等かつて国鉄構造物設計事務所でお世話になった方々に指導戴いたことは大きな支えになりました。



写真-5 沼宮内高架橋



写真-6 川内川橋梁

鉄道では活荷重がP-16(新幹線)、EA-17(在来線)、M-18(電車線)等に区分され、路線別に特性値、要求性能が規定されています。構造物は使用、終局、疲労、耐震等により決定されますが、構造形式により個々の部材がどの限界状態により決定されるかを理解することにより、迅速な構造諸元の決定、効率的な執行が可能になります。

### 7. コンサルタントの役割

平成6年にプレストレストコンクリート技術協会にPC技術基準委員会が設立された際、PCC構造規準研究委員会にコンサルタント側委員として参画する機会を得た際は、限界状態設計法により鉄道橋を設計していた経験が生かされました。

新線計画以外にも、都市計画に伴う立体高架事業計画、踏切解消に伴うアンダーパス計画等の道路事業との関連事業、河川改良事業に伴う既存鉄道橋の架け替え事業等、国民生活の豊かさを求めるニーズがある限り、鉄道事業、強いてはコンサルタント業務が拡大すると考えます。

明治時代から連続と築かれ維持されてきた鉄道施設のメンテナンスについても、道路橋同様に重要な課題と捉えています。鉄道構造物は、活荷重特性値が大きく、載荷位置が限定され、疲労の影響を受けやすい等、劣化進行が速い要因を多数持っていると考えられます。土木、電気、軌道等、様々な施設・設備から成り立つ鉄道構造物の持つ複雑性、特殊性について改めて総合的に把握して、設計に反映させる事が重要と考えます。

### 8. 海外への展望

アメリカ、中国、インド、ベトナム、韓国等から、様々な高速鉄道計画の情報が入ります。

数年前、韓国のあるコンサルタントから鉄道別線改良計画にコンソーシアムを組みたいとの協力要請がありました。

経緯は、前述した九州新幹線のPC斜版橋設計を行っていたとの情報からです。インターネットにより果敢に情報を入力し、競争社会を勝ち抜こうとする海外の積極性を痛感しました。まさに、海外飛躍の時代になっています。

### 9. 最近の動き

平成22年12月東北新幹線、平成23年3月九州新幹線鹿児島ルート of 全線開通が予定され、成田高速アクセス線、ハツ場ダム建設に伴う吾妻線改良等、鉄道建設は各地で盛んに進められています。一方、山梨リニア実験線の延伸計画、九州新幹線長崎ルート等、鉄道は新たな展開を迎え、更なる高速化が謳われています。鉄道橋に携わるコンサルタントには、より高い技術を求められる時代です。

### 10. おわりに

プレストレストコンクリート 2009.vol.51 No.1においてJR東日本(株)の構造技術センター石橋所長が“鉄道におけるPCの歴史”を寄稿されていますが、その中に紹介された橋梁の中に担当した橋梁を確認し、技術者冥利に尽きる思いがします。冒頭に紹介した先輩トレーサの「良い部署に配属になったわね」の一言は、まさにこのことであったのです。今後も、若手コンサルタント技術者の方には夢も持って仕事に邁進出来る環境、舞台が継続的に与えられる事を期待します。最後に、表-1に紹介した橋梁から姫川橋梁(写真-7)大野川橋梁(写真-8)第二吾妻川橋梁(写真-9)を紹介させて戴きます。



写真-7 姫川橋梁



写真-8 施工中の大野川橋梁



写真-9 施工中の第二吾妻川橋梁