

北陸新幹線，北海道新幹線の PC 橋

— 長野・金沢間，新青森・新函館（仮称）間 —

玉井 真一*

2010年12月に東北新幹線（八戸・新青森間），2011年3月に九州新幹線（博多・新八代間）が開業し，新幹線の総延長はおよそ2400kmとなった。整備新幹線の建設主体である鉄道・運輸機構より，新幹線建設の現況および整備新幹線におけるPC橋設計の考え方を解説する。また，2014年度および2015年度に完成を予定している北陸新幹線（長野・金沢間），北海道新幹線（新青森・新函館（仮称）間）の主なPC橋を紹介する。

キーワード：新幹線，PC橋

1. はじめに

1987（昭和62）年の国鉄民営化以降，新たに建設する整備新幹線は鉄道建設・運輸施設整備支援機構（以下，鉄道・運輸機構）が建設主体として構造物や設備の建設・保有を行い，JR各社が営業主体として新幹線列車の運行や構造物・設備の維持管理を行う体系となっている。

鉄道・運輸機構では現在，北陸新幹線（長野・金沢間），北海道新幹線（新青森・新函館（仮称）間），九州新幹線（武雄温泉・諫早間）の各線区を建設中である。本稿では，整備新幹線建設におけるPC橋設計の考え方を示すとともに，北陸，北海道両新幹線の主なPC橋を紹介する。

整備新幹線はこれまでに以下の各線区が完成・開業しており，国鉄時代に開業した東海道，山陽，東北，上越の各新幹線と合わせて，営業中の新幹線の総延長はおよそ2400kmとなっている（図-1）。

1997（平成9）年 北陸新幹線（高崎・長野間）

2002（平成14）年 東北新幹線（盛岡・八戸間）

2004（平成16）年 九州新幹線（新八代・鹿児島中央間）

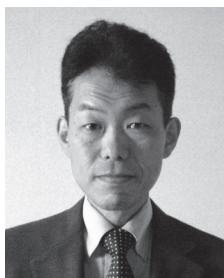
2010（平成22）年 東北新幹線（八戸・新青森間）

2011（平成23）年 九州新幹線（博多・新八代間）

これらの各線区におけるPC橋については参考文献1)～3)を参照していただきたい。

2. 整備新幹線におけるPC橋設計の考え方

鉄道・運輸機構では，以下の基本方針のもと，各線区のPC橋を設計している。



* Shinichi TAMAI

鉄道・運輸機構 設計技術部
設計技術第一課長



図-1 新幹線の現状

- ① PC桁の適用は桁長が20mを超える場合とする。
- ② 線区ごとの設計条件により25, 30, 35, 40, 45mのT形桁の標準設計を行い，交差条件に合わせてこれらを適用する。35m以下は4主桁，40, 45mは6主桁であり，クレーン架設またはガーダー架設とする。
- ③ 45mを超える桁長が必要，あるいは45m以下でも標準設計の適用が困難である場合は個別設計とする。
- ④ 個別設計する場合の標準的な構造形式は単純または連続1室箱桁である。桁下空頭の確保が困難である場合は下路桁とする。
- ⑤ 走行安全性，乗り心地確保の目的で桁のたわみを抑制するため，スパンを極力短くするように構造計画を行う。
- ⑥ スラブ軌道を使用するため，斜角桁は採用しない。交差角が浅くスパンが長くなる場合は馬桁方式により中間支点を設ける。
- ⑦ T形桁，箱桁は，列車載荷時にひび割れの発生を許容・制御するPPC構造とする。
- ⑧ 支承部は鉛直力の伝達をパッド型ゴムシュー，水平力の伝達を鋼角ストッパーにより行う。鋼角ストッパーは橋軸直角方向の変位制限装置と，橋軸・橋軸直角両方向の落橋防止装置の機能を兼ねる。

○ 特集 / 解説 ○

⑨ 長大橋梁では下部工の条件を考慮のうえ、ダンパー式鋼角ストッパーによる水平力分散構造や、橋脚と主桁を剛結したラーメン橋とすることを検討する。

3. 北陸新幹線（長野・金沢間）

3.1 路線の概要

北陸新幹線（長野・金沢間）は、長野新幹線として営業されている高崎・長野間の延伸区間である。長野・金沢間は約 228 km で、途中駅として、飯山、上越（仮称）、糸魚川、新黒部（仮称）、富山、新高岡（仮称）の 6 駅が設けられる。また、終点の金沢駅の終点方に白山総合車両基地（仮称）が設けられる（図 - 2）。

北陸新幹線（長野・金沢間）は 2014（平成 26）年度末の完成を予定している。

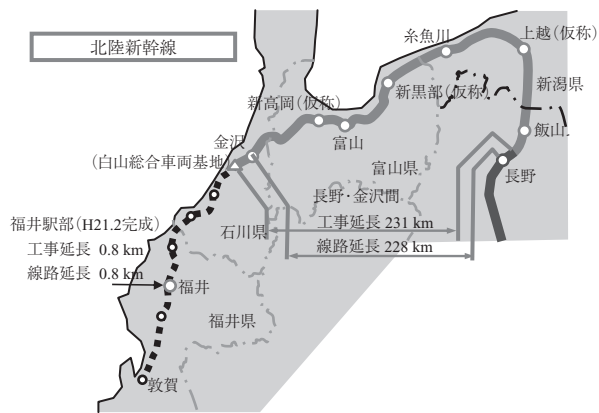


図 - 2 北陸新幹線路線図
（長野～白山総合車両基地（仮称））

3.2 主な PC 橋

北陸新幹線（長野・金沢間）の主な PC 橋を表 - 1 に示す。

(1) 鳥居川橋梁

中央径間 63.4 m の 3 径間連続下路桁である。河川堤防天端とのクリアランスが小さく、さらに既設の水管橋と交差するため、連続下路桁の押出し架設とした（写真 - 1）。下路桁は道路等との交差箇所でも単純桁として使用することが多いため、連続下路桁はまれである。

(2) 上新バイパス架道橋

上越市内で国道 18 号上新バイパスと交差する橋梁である。バイパスとの交差には 75 m のスパンが必要で、単純箱桁とするには長すぎるため、3 径間連続ラーメン橋の中央径間で道路と交差するようにした。架設は側径間を支保工施工、中央径間を張出し架設とした。

(3) 桑取川橋梁

上越（仮称）・糸魚川間ではトンネル間の短い明かり区間（通称まばたき区間）を PC 桁で通過する箇所がある。これらの区間に冬季用消雪設備を設けるのは不経済であるので、スノーシェルターで覆うこととし、スノーシェルターを PC 下路桁と一体構造とした。桑取川橋梁は橋長 65 m で同構造のうち最長である。本橋梁および姫川橋梁、須沢

表 - 1 北陸新幹線（長野・金沢間）の主な PC 橋

	橋梁名	橋長 (m)	スパン割 (m)	構造形式
長野県	鳥居川橋梁	149	45.3+63.4+40.3	3 径間連続下路桁
	中島架道橋	160	44+72+44	3 径間連続箱桁
	夜間瀬川橋梁	219	67+85+67	3 径間連続箱桁
	新町架道橋	170	50+70+50	3 径間連続ラーメン箱桁
	網切線架道橋	109	34+50+25	3 径間連続ラーメン箱桁
新潟県	関川橋梁	185	55+75+55	3 径間連続ラーメン箱桁
	上新 BP 架道橋	165	45+75+45	3 径間連続ラーメン箱桁
	桑取川橋梁	65	65	単純下路桁 (スノーシェルター付)
	能生川橋梁	150	45+60+45	3 径間連続ラーメン箱桁
	早川橋梁	126	43+40+43	3 径間連続ラーメン箱桁
	姥川橋梁	118	32+54+32	3 径間連続箱桁
	姫川橋梁	462	57+69+70+70+70+69+57	7 径間連続箱桁 (フィンバック橋)
	須沢高架橋 今村新田高架橋 東田海高架橋	1588	32~37 m × 4~5 径間 × 10 連	4~5 径間連続箱桁
	小川橋梁	170	50+70+50	3 径間連続ラーメン箱桁
	船川橋梁	104	56+48	馬桁一体 2 径間連続箱桁
富山県	黒部川橋梁	344	50+50+72+72+50+50	6 径間連続ラーメン箱桁 (波形鋼板ウエブ)
	第 2 若架架道橋	84	42+42	馬桁一体 2 径間連続箱桁
	片貝川橋梁	256	33.5+44.5+50+50+44.5+33.5	6 径間連続ラーメン箱桁
	富川橋梁	167	51+65+51	3 径間連続ラーメン箱桁
	観音堂架道橋	177	51+75+51	3 径間連続ラーメン箱桁
	常願寺川橋梁	478	80+106+106+106+80	5 径間連続ラーメン箱桁
	稲荷千歳高架橋	220	20 m 単純桁 × 11 連	プレテンション U 形桁
	神通川橋梁	428	86+128+128+86	4 径間連続エクストラ ドーズト橋
	西田刈屋線路橋	139	36+67+36	3 径間連続ラーメン箱桁
	本郷西部架道橋	100	50+50	馬桁一体 2 径間連続箱桁
	東鷲塚架道橋	76	38+38	馬桁一体 2 径間連続箱桁
	鷲塚架道橋	92	46+46	馬桁一体 2 径間連続箱桁
	戸破架道橋	62	31+31	馬桁一体 2 径間連続箱桁
	第 1 安吉架道橋	76	38+38	馬桁一体 2 径間連続箱桁
	第 1 東中村架道橋	81	40.5+40.5	馬桁一体 2 径間連続箱桁
和田川橋梁	118	30+58+30	3 径間連続ラーメン箱桁	
石川県	庄川橋梁	598	81+90+90+81 83+90+83	4 径間連続ラーメン箱桁 3 径間連続ラーメン箱桁
	諏訪佐野架道橋	174	37+55+49+33	4 径間連続箱桁
	坂又川橋梁	70	30+40	馬桁一体 2 径間連続箱桁
	東小神架道橋	57	33+24	馬桁一体 2 径間連続箱桁
	小矢部川橋梁	293	69+82.5+82.5+59	4 径間連続ラーメン箱桁
	金腐川橋梁	205	47+64+48+46	4 径間連続ラーメン箱桁
	加賀犀川橋梁	160	80+80	2 径間連続ラーメン箱桁
	金剣架道橋	86	43+43	馬桁一体 2 径間連続箱桁
	伏見川橋梁	180	47.5+85+47.5	3 径間連続ラーメン箱桁



写真 - 1 鳥居川橋梁

高架橋については本特集号の別稿で詳述されている。

(4) 姫川橋梁

PCフィンバック橋は在来線では仙石線鳴瀬川橋梁に採用されていたが、新幹線では本橋で初めて採用したものである。

(5) 須沢高架橋

新幹線を含む鉄道高架橋ではRCラーメン高架橋を採用することが多いが、この区間では交差道路、水路が多く、30～40mの桁式高架橋とすることが適切であった。このため、走行安全性、乗り心地、経済性や施工性を考慮して等桁高の連続PC桁を移動支保工で架設した。

(6) 黒部川橋梁

波形鋼板ウェブを鉄道橋で初めて採用したものである(写真-2)。ウェブとスラブの接合は、帯板を用いた埋込み接合方式を採用している⁴⁾。6径間連続桁のうち中央部3橋脚を剛結とし、他の橋脚はすべりゴムシューを設置している。黒部川を瀬替えして一湯水期内の支保工施工とした。



写真 - 2 黒部川橋梁

(7) 常願寺川橋梁

5径間連続ラーメン箱桁であり、1連続桁での橋長478mはこれまで最長、主径間長106mも多径間連続桁では上越新幹線太田川橋梁(昭和57年供用開始、3径間連続箱桁、中央径間長110m)に次いで長い(写真-3)。張出し架設工法により施工した。



写真 - 3 常願寺川橋梁

(8) 稲荷千歳高架橋

北陸本線併設となる富山駅付近では在来線移設との工程

調整のため急速施工が必要となる。そこでつくばエクスプレスや成田新高速鉄道で実績のあるプレテンションU形桁(PCU)を新幹線で初めて採用することとした。

(9) 神通川橋梁

富山駅の終点方で神通川を渡河する橋梁である。北陸本線、高山本線の既設橋梁と近接するために橋脚位置に制約を受け、128mのスペンが最適と判断した。スペンが100mを超える場合、大偏心ケーブルを使用して桁高を抑えることが合理的であるため、本橋はエクストラードード橋とした。張出し架設工法により施工した。本橋梁については本特集号の別稿で詳述されている。

(10) 庄川橋梁

橋長598mで庄川を渡河する橋梁である。橋長が長く、全長を連続ラーメン橋とすると温度変化による主桁の変位が大きくなるため、4径間および3径間連続ラーメン箱桁の2橋に分割した。張出し架設工法により施工した。

(11) 小矢部川橋梁

小矢部川、渋江川の合流部付近を渡河するため、1橋梁で両河川を横断するようなスペン割としたものである。張出し架設工法により施工した。

(12) 加賀犀川橋梁

金沢駅は北陸本線併設で、金沢・白山総合基地(仮称)間は北陸本線と並行するルートである。したがってこの区間の新幹線橋梁は既設の北陸本線橋梁の近接橋となり、橋脚位置が制約される。本橋梁ではスペンを極力短くするべく種々検討の結果、80+80mの2径間連続ラーメン橋とした。施工は張出し架設工法である。

(13) 馬桁一体連続PC桁

浅い角度や交差点上で道路と交差する箇所では長スペンの桁が必要となる。構造形式としては鋼下路トラスやアーチ橋が考えられるが、北陸新幹線沿線は豪雪地帯であるため下路形式では部材からの落雪が列車走行に危険を及ぼす可能性がある。そこで、PC箱桁の中間部に橋軸直角方向の馬桁を剛結し、主桁の起終点と馬桁両端の4点で支持する形式の桁を馬桁一体連続桁と呼んでいる。馬桁一体連続桁はPC桁、鋼・コンクリート合成桁ともに施工可能であるが、北陸新幹線では表-1に示す11橋の馬桁一体連続PC桁が存在する。例として写真-4に第一安吉架道橋を示す。



写真 - 4 馬桁一体連続桁(第一安吉架道橋)

4. 北海道新幹線（新青森・新函館（仮称）間）

4.1 路線の概要

北海道新幹線（新青森・新函館（仮称）間）は、東北新幹線の終点である新青森を起点とし、新函館（仮称）に至る延長約 149 km の路線である。この間には在来線の津軽海峡線として供用されている青函トンネルを含む約 82 km の区間があり、すでに新幹線規格で建設されている。新幹線の開業以降は、この区間を新幹線列車と在来線列車が共用することになる。途中駅として、奥津軽（仮称）、木古内の 2 駅が設けられる（図 - 3）。

北海道新幹線（新青森・新函館（仮称）間）は 2015（平成 27）年度末の完成を予定している。

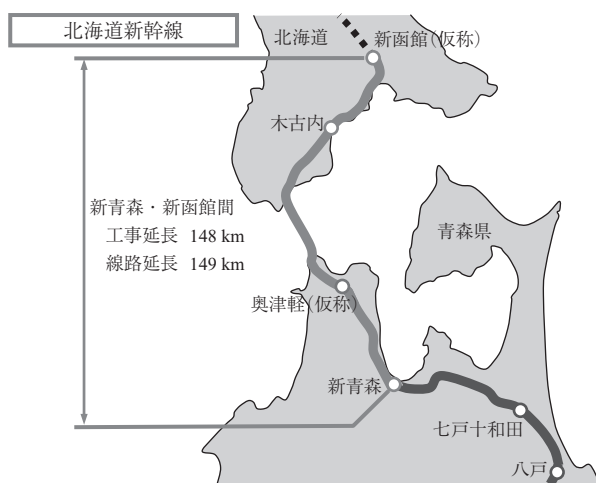


図 - 3 北海道新幹線路線図（新青森～新函館（仮称））

4.2 主な PC 橋

北海道新幹線（新青森・新函館（仮称）間）の主な PC 橋を表 - 2 に示す。

表 - 2 北海道新幹線（新青森・新函館（仮称）間）の主な PC 橋

	橋梁名	橋長 (m)	スパン割 (m)	構造形式
青森県	野木和架道橋	45	45	単純 T 形桁
	内真部川橋梁	50	50	単純箱桁
北海道	木古内川橋梁	130	47 + 47 + 36	単純 T 形桁
	戸切地川橋梁	158	79 + 79	2 径間連続箱桁
	大野新道架道橋	50	50	単純箱桁

(1) 野木和架道橋

国道 280 号と交差する箇所の橋梁である。整備新幹線の T 形桁は下フランジを設けない単純形状化を行っているが、この箇所では桁下空頭の確保が困難であるため、下フランジを設けて断面剛性を稼ぐことで桁高を制限している。

(2) 木古内川橋梁

橋長 130 m、単純 T 形桁 × 3 連であり、最大スパンは

47 m である。隣接のラーメン高架橋上で主桁を製作し、2 組桁架設機によるガーダー架設を行った（写真 - 5）。



写真 - 5 木古内川橋梁

(3) 戸切地川橋梁

河川と浅い角度で交差するため、河川幅に比べて長いスパンが必要となり、本線区で最長スパンの橋梁となった。張出し架設により施工する。橋脚が低いためにラーメン橋化はできず支承を設けているが、2 線支承とすることでたわみを抑制している。

5. おわりに

現在建設中の整備新幹線各線区における主な PC 橋を紹介した。新幹線橋梁については東海道・山陽新幹線の建設以来、施工基面（橋面）幅や列車荷重等の設計条件に大きな変化は無い。したがって、PC 橋の基本構造も大スパン連続桁の建設が始まった山陽新幹線から基本的な変化は無いが、近年は連続ラーメン橋の積極的な採用や長スパン橋梁へのフィンバック橋やエクストラードズ橋のような大偏心ケーブルの採用がなされている。一方、この間に設計・照査方法は許容応力度法から限界状態設計法、性能照査型設計法へと変遷してきた。その結果、PPC 構造の適用が可能になり、列車の走行安全性や乗り心地という新幹線橋梁に必要な性能を照査することで適切な剛性を有する桁の設計が可能になった。新幹線構造物は構造種別や形式によらずすべてが一定水準の性能を有するものでなければならぬため、橋梁の性能が土路盤やラーメン高架橋等の構造物に比べて劣ることがないように注意を払いながら設計を行う必要がある。鉄道・運輸機構ではつねに最新の照査手法を適用することで、高速走行に必要な性能の確保に努めている。

参考文献

- 1) 金森 真：北陸（高崎・長野）、東北（盛岡・八戸）、九州（新八代・鹿児島中央）新幹線の橋梁、橋梁と基礎 Vol.43, No.8, 2009.8
- 2) 特集 東北新幹線（八戸・新青森間）建設の軌跡、土木施工 2009 年 11 月号
- 3) 特集 九州新幹線、土木施工 2011 年 2 月号
- 4) 梅田, 亀田, 中沢, 阿田, 西澤：北陸新幹線黒部川橋梁の設計と施工、プレストレストコンクリート Vol.45, No.2, 2003.3

【2012 年 1 月 16 日受付】