

北陸新幹線、松倉高架橋の構造計画について

(独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 北陸新幹線第二建設局 正会員 ○佐藤 貴史
 (独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 北陸新幹線第二建設局 正会員 小原 唯司

1. はじめに

北陸新幹線松倉高架橋は、富山県魚津市に位置し、全長 833m の桁式高架橋として計画されている(図-1)。本高架橋の上部工は、様々な制約条件を踏まえて検討した結果、2 径間連続 PC 箱桁ラーメン橋 1 連、3 径間連続 PC 箱桁ラーメン橋 2 連及び単純 PCT 桁 10 連、RC 桁 1 連から構成されている。本発表では、構造形式の決定経緯について、報告するものである。

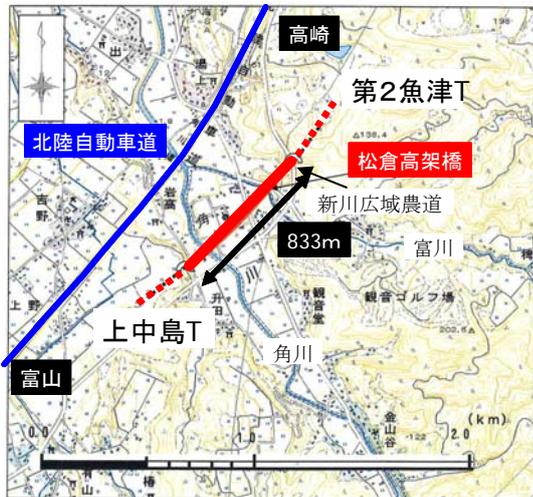


図-1 松倉高架橋位置図

2. 地形・地質概要

松倉高架橋の起点側(高崎方)は丘陵地に位置し、終点側(富山方)では更新世に形成された標高 50~150m 前後の台地に位置している。松倉高架橋本体は角川とその支流に沿う標高 30~35m 前後の沖積低地(谷底低地)を通過する計画となっている。付近はいわゆる扇状地であり、河岸段丘面が見られる。

他方、沖積台地の支持層は深度 15~25m に分布する更新世の呉羽山礫層であり、N 値 50 以上の良好な基盤を形成している。

3. 松倉高架橋の特徴

本高架橋の大きな特徴として、以下の 4 点が挙げられる。

一番目の特徴として、橋脚高が GL+25~30m であり、橋脚高の高い高架橋である。これは、第 2 魚津 T 出口付近に位置する新川広域農道とのクリアランスの確保と本高架橋より約 2.0km 富山方にある北陸自動車道とのクリアランスを確保することにより決定された。橋

脚高は橋梁形式を検討する上で非常に重要な要素となる。

二番目の特徴として、本高架橋は、富川、角川、升田川の河川及び多くの水路と交差し、新川広域農道、県道 2 線、市道 4 線を始め、複数の道路とも交差する。富山方 235m 間では、河川 2 本、道路 5 線と交差する。また、道路との交差角が 30°程度の箇所も存在する。このように、本高架橋の-span 割をしていく上で、交差する河川や道路の数や交差場所が制約条件となる。

三番目の特徴として、場所打ち杭の杭長が 25m 程度あり、一部支持基盤よりも深く根入れされている点である。本来支持基盤まで杭を根入れすることで、支持力が確保されるが、本高架橋は橋脚高が高いため、地震時に引抜き降伏の恐れがあることから、橋脚高とほぼ等しい杭長となっている。

4. 橋りょう形式の検討

高崎方の 126m 間では、既に 2 径間連続 PC 箱桁ラーメン橋に決定している。その他の区間において、本高架橋の特徴を踏まえ、橋りょう形式の検討を行った。

なお、2004 年 10 月に発生した中越地震以来、地震時の列車走行性について厳しく照査することになっている。

4.1. 第 1 段階 ラーメン高架形式

これまで、新幹線では数多くのラーメン高架橋の実績がある。一般的に、複数の同一構造のラーメン高架橋が連続して計画されている場合、建設費は経済的となる。しかしながら、本工区のように多くの河川・道路と交差する場合、同一構造としにくいいため採用は困難となる。また橋脚高が高いため、2 層式ラーメン高架となることから、柱寸法、杭径、杭本数が一般的なラーメン高架橋に比べ大きくなることが予想され、かつ施工時には高さ 20m 程度の足場や型枠支保工が必要となる。

更に大きな問題点として、地震時において、橋脚に比べ変位が大きくなる。つまり、本高架橋は橋脚高の高いラーメン高架橋と低い橋脚が一部混在するため、ラーメン高架橋と橋脚の変位差による角折れの問題が発生する。

以上の結果、ラーメン高架橋を選定しなかった。

4.2. 第 2 段階 単純 PC 桁形式(単独基礎橋脚)

通常、橋脚高が 20m を超える高架橋の場合、単純 T 桁や PC 桁が採用されることが多い。ここでは、span 長が 46m 以上では PC 単純箱桁を、45m 以下では PC 単純 T 桁として検討を行った。前述したように、富山方 235m 間では、多くの河川と道路と交差することから、PC 単純

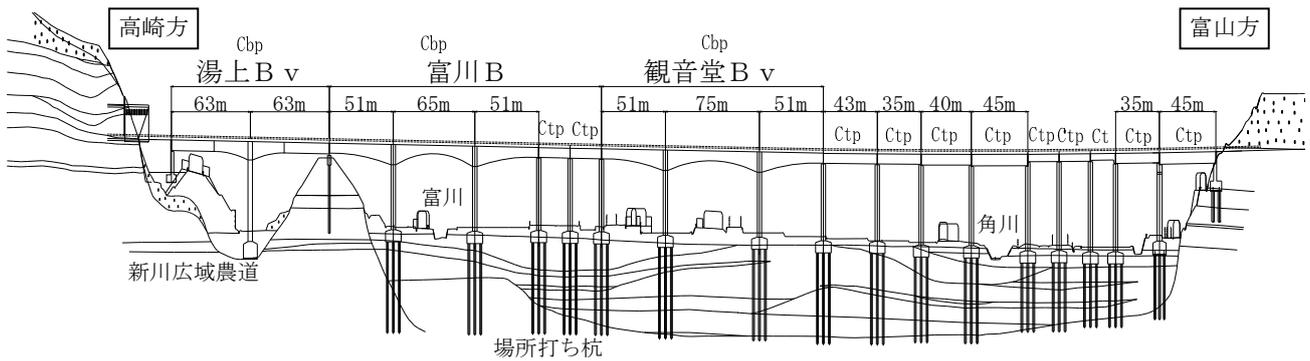


図-2 松倉高架橋一般全体図

桁の採用は妥当である。今回スパン割を行った結果、PC単純箱桁は桁長60m程度、PC単純桁は桁長40～45mの桁が多くを占めることになった。しかしながら、60mを超える箱桁は例が少なく、特殊設計となる。またPC単純箱桁の場合、高さ20m程度の足場や型枠支保工が必要となる。適宜RC桁を導入し、PC桁の桁長を短くすることがコスト上有利であることから、交差する河川と道路との離隔を確保しつつ、可能な限りPC桁の桁長を短くする検討を行った。

4.3. 第3段階 単純PC桁形式(連結基礎橋脚)

PC桁の桁長を短くするために、PC桁間に10m前後のRC調整桁を導入する。この調整桁の橋脚の基礎を一体化させたものが連結基礎橋脚である。この形式は北陸新幹線の富山平野部で採用されており、本高架橋において、同様に検討を試みた。本高架橋では7箇所に連結基礎橋脚を導入する検討を行っており、特にスパン長の長い2か所のPC単純箱桁の桁長は60mから54mおよび57mに短縮された。しかしながら、照査の結果、以下の検討を要するため、基礎連結橋脚の採用が困難であることが分かった。

- ① 連結基礎橋脚の前後の桁荷重が異なるため、フーチングは偏心荷重を受ける。このため、フーチングの大きさ、杭の配置の検討を要する
- ② フーチングに大きな荷重が掛かるため、地震時に大きな水平力を受ける。また、柱高さが高いため、地震時水平力による発生曲げモーメントが大きく、柱の剛性を大きくする必要がある。それに伴い、フーチングのサイズアップ、杭本数の増加あるいは杭径の増加の検討が必要となる。一方、用地の制約も存在する
- ③ 連結基礎橋脚の前後の橋脚の固有周期差が0.5秒程度あり、地震時に前後の橋脚で位相差が生じるため、角折れの問題がある。固有周期を抑えるには、基礎部分の補強及び連結基礎橋脚の端部をスラブで連結するなどの対策が必要となる

- ④ 橋脚高が20mを超え、連結部のRC調整桁が10m前後であるため、景観的に圧迫感がある

4.4. 第4段階 連続PC箱桁ラーメン形式

連結基礎橋脚の不採用により、スパン長の長い2か所のPC単純箱桁の構造形式の変更を行った。高崎方126m間では既に連続PC箱桁ラーメン橋が採用されていたことから、同様の橋りょう形式を採用することになった。それぞれ2径間案と3径間案が考えられたが、経済性及び施工性等を勘案した結果、2か所とも3径間となった。スパン割は次の通りである。

- ① 富川橋りょう(起点側) 51m×65m×51m
- ② 観音堂架道橋(終点側) 51m×75m×51m

引き続き、PCラーメン橋及び壁式橋脚の地震時の列車走行性に係る照査を行った。振動変位の照査において、固有周期を2秒以内に抑えることが望ましいことから、該当する橋脚部において、杭配置の再検討を行った結果、2秒以内であることを確認した。

以上の結果、本高架橋の橋りょう形式及びスパン割が決定した(図-2)。

5. おわりに

本高架橋は、交差する道路とのクリアランスの問題から、橋脚高がGL+25～30mと非常に高くなっている。また、河川3本・水路、広域農道・県道・市道等と交差しており、スパン割及びフーチング幅の制約条件となっている。これらの制約条件のもとで、経済性、施工性、地震時の列車走行性、景観への配慮等に留意し、複数の橋りょう案を比較検討した結果、最適な橋りょう形式を選定することが出来た。

今後、工事が本格的に開始するにあたり、施工管理に十分な注意を払い、万全な体制で工事を進めていきたい。

参考文献

財団法人 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説(変位制限)、丸善、2006