

線路下構造物の改築における構造計画について

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員○山後 宏樹
東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 池野 誠司
東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 鈴木 慎一

1. はじめに

東北本線平泉・前沢間衣川橋りょうは、北上川の支流である衣川に架かる鉄道橋である。国土交通省が現在進めている一関遊水地事業に伴う河川改修事業により、鉄道橋についても改築を行うこととなった。周辺用地の取得が比較的容易であることから別線施工とし、工事区間は 163m の橋りょう部と、1034m、532m のアプローチ部で構成される。

本稿では、衣川橋りょうが改築されることに伴い、アプローチ部にある第1桜川橋りょう(図1)の改築計画について検討を行ったので報告する。

2. 橋りょう改築計画

第1桜川橋りょうは、内空が幅 2500mm、高さ 3200mm の暗きよである。構造は、東北本線が単線時に作られた中央部(レンガ積構造)に、複線化の際に両側に RC 構造の桁を追加し延長した構造となっている(図 2)。今回の改築計画では、上載する鉄道盛土を下り線側に 11m 拡幅するため、第1桜川橋りょうについても下り線側に新設延伸する計画となっている。これに伴い、複線化時延伸部分では、盛土荷重だけでなく、新たに列車荷重が戴荷されることから、改築に際して当該箇所の耐力の照査を行った。その結果、複線化時延伸部分では、現在の鉄道構造物設計標準に基づく必要な耐力を満足しないことが判明したため、当該箇所の改築計画について検討を行った。

3. 施工計画

複線化時延伸部改築について、当初計画では、仮土留を用いて鉄道盛土を掘削し、当該箇所の撤去を行った後、新設のボックスカルバートを現橋りょうの単線部と接合して設置する計画とした。しかし、現場は狭隘な場所で、仮土留の杭打ち機等の重機等の作業スペースの確保が難しく、また、青森方側には 3.3m の段差があるため進入路を確保できず、東京方側も周囲が民家で囲まれており、工事用通路が幅 4m 程度しか確保することができない(図 3)。そのため、使用機械や材料に大幅な制限がかかることとなった。また、仮土留を用いた場合、仮設費が占める割合が相対的に大きくなるため、コスト的にも最適な計画とは言えなかった。そのため、仮土留を用いない条件で改築計画の再検討を行った。

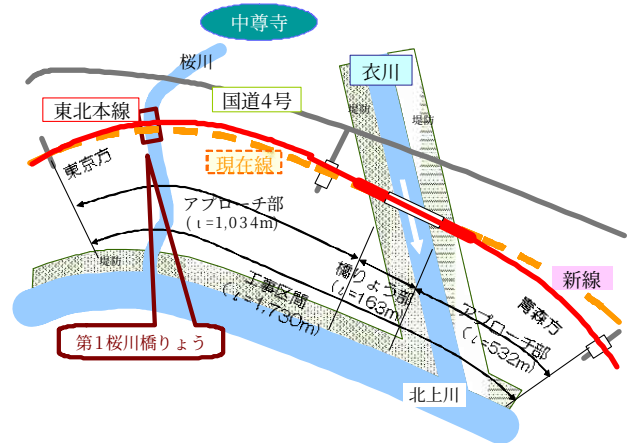


図1.第1桜川橋りょう位置図

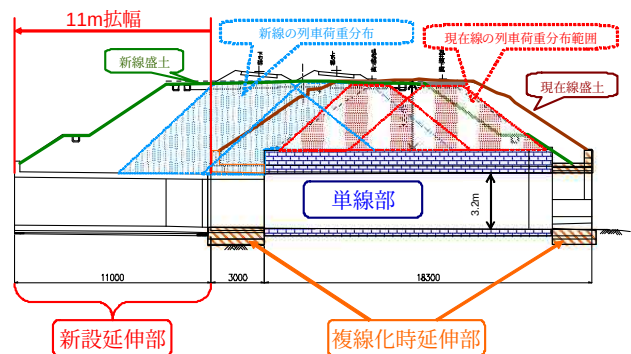


図2.第1桜川橋りょう横断面図

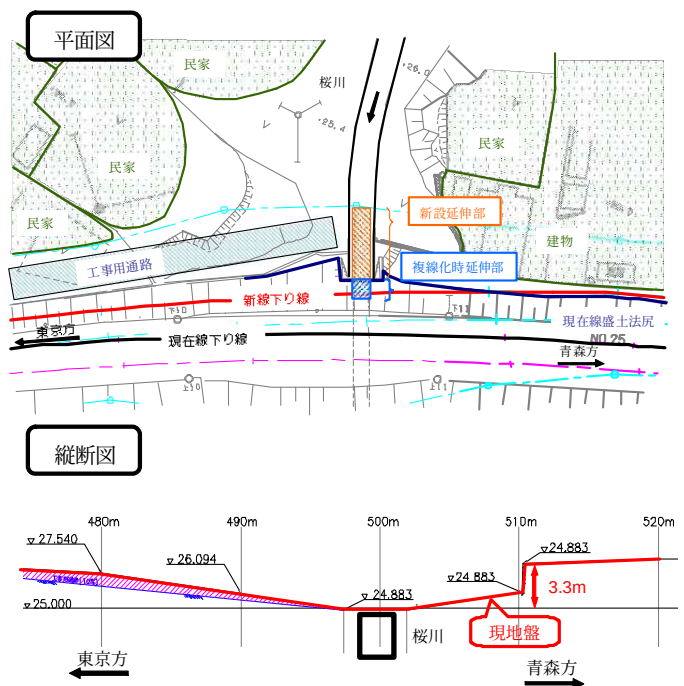


図3.桜川周辺状況

4. 流下能力の検討

(1) 現況流量、計画流量の算出

仮土留を用いずに施工可能な構造として、二つの構造が考えられた。一つ目としては、既設構造物にアンカー筋を打ち、コンクリートで補強することにより必要な耐力を確保する構造。二つ目としては既設構造物の内部に新たにコンクリートボックスを施工する方法である。しかし、どちらの方法においても現況より内空面積が減少し、流下能力の低下が懸念されるため、流下能力について検討を行う必要があった。検討に当り河川管理者である自治体と協議した結果、改築上の制約条件として、(a)下流側にある県道交差部(暗きょ)も含め、現橋りょうの流下能力を確保すること、(b)計画流量を求め、それを満足する流下能力とすること、以上の2点が挙げられ、それぞれについて検討を行った。

(a) 現況流下能力の検討

現橋りょうは、前述の通り、幅 2500mm、高さ 3200mm の暗きょであり、路床勾配は単線部が 1/500、複線化時延伸部が 1/370 である。余裕高さを 300mm として各断面の流下能力をマンニングの式を用いて算定したところ、単線部においては $12.9\text{m}^3/\text{s}$ 、複線化時延伸部においては $15.0\text{m}^3/\text{s}$ という結果となった。また、下流側にある県道交差部は、幅 2500mm、高さ 2500mm、路床勾配が 1/250 となっている。これらより現況流下能力について算定したところ、 $16.8\text{m}^3/\text{s}$ となった。これらより、改築の際に流量 $16.8\text{m}^3/\text{s}$ を確保できる構造としなければならないことが言えた。

(b) 計画流量

計画流量の算出は、河川の流域面積と土地利用地目別に与えられる流出係数から求まる平均流出係数、降雨強度を求め、合理式を用いた。使用データは本川下流で設計された樋門設計資料より、桜川の流域面積を 1.14km^2 、平均流出係数を 0.72 とした。また周辺同規模河川の計画流量算定と同様に、降雨確率を 10 年として降雨強度を求めたところ、 73.77mm/h となった。これらの結果から計画流量の算出を行ったところ、桜川の計画流量は $16.8\text{m}^3/\text{s}$ と算出された。

(2) 断面縮小幅の決定

(a)、(b)の結果が共に $16.8\text{m}^3/\text{s}$ となったため、流量

$16.8\text{m}^3/\text{s}$ を満たすことが可能な断面縮小幅を算定する。流量は断面積と導水勾配が変数となるため、最大流下能力は断面が変化する箇所において、流量が最大となる勾配から求める。そのため、複線化時延伸部の断面を縮小した際の最大流下能力の変化を計算した。今回の改築部以外は固定となるため、制約条件は 1.上流側の水位、2.下流側の複線化時延伸部の路床高、3.下流県道交差部の水深(流量 $16.8\text{m}^3/\text{s}$ が流下可能)の3つである。この条件を基に、複線化時延伸部の断面縮小幅と、最大流下能力を求めた結果が図 4 である。この結果より、複線化時延伸部は現状の 2500mm から、最大 1050mm 縮小し、1450mm とすることが可能であることが判った。

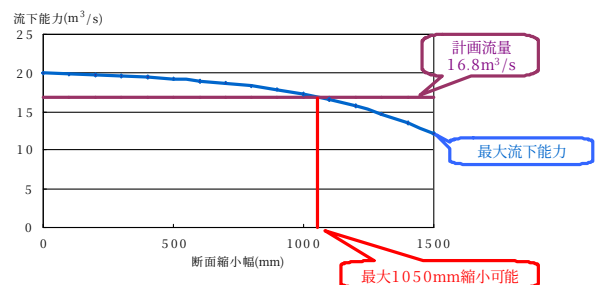


図4.断面縮小幅と最大流下能力

5. 構造計画の決定

以上の検討を基に複線化時延伸部の構造を決定した。前述の二つの構造のうち、ボックス構造は鉄筋の必要被りを考慮すると、最低部材厚 300mm(断面縮小幅 600mm)は必要である。算出結果より 1050mm まで断面縮小可能であるため、どちらの構造も構造的には問題がない。そのため、より施工が容易であるボックスカルバート構造とすることとした(図5) (内空幅 1750mm(断面縮小幅 750mm)、内空高さ 2700mm)。その結果、仮設物を施工する必要性が無く、当初計画からコストダウンを図ることができた。

6. おわりに

本稿では線路下構造物の改築において、対象物の周囲が狭隘で、仮土留工の施工が困難な場所の構造についての検討を報告した。今後、同様の箇所における計画の参考となれば幸いである。

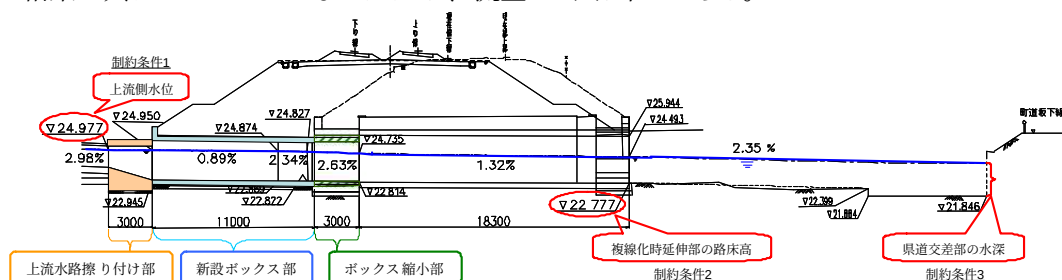


図5.第1桜川橋りょう構造計画図