

融雪期に発生する冠水被害への対応策検討

Consideration of a countermeasure to the flooded damage in snowmelt period

交通事業本部 交通第1部 石川 由憲
交通事業本部 交通第1部 小林 優太

近年、集中豪雨の多発により、道路が被災し、通行止めとなる事象が頻発しており、利用者の安全・安心を確保するため、災害に強い道路網の構築が急務となっている。本論では、融雪と降雨による冠水被害が頻発していた一般国道44号 別寒辺牛地区について、既往データを活用した迅速な要因分析と対応策の立案により、冠水被害を解消した事例を紹介する。

1 はじめに

広大な湿原部を通過する一般国道44号 別寒辺牛地区では、大雨等の影響により、平成24、25年の2カ年にわたり、道路が冠水する被害が発生した。また、別寒辺牛橋では、上部工が流水に接触する危険な状況となった。

その結果、延べ5日間にわたり、国道44号が全面通行止めとなった。

近年、融雪期の気温上昇に加え、春先の集中豪雨が多発しており、3年連続での被災が懸念されたため、早急に対応策を検討する必要性が生じた。

2 被災状況及び要因の把握

2.1 被害の状況

平成24年は、道路の冠水が最大1cm、別寒辺牛橋のフランジ下端までの水位上昇であったが、平成25年には、道路の冠水が最大15cm、約800mにわたり冠水し、別寒辺牛橋の上部工が河川に浸水する状況となった。



写真 1.1 道路部被災状況 (H25)



写真 1.2 橋梁部被災状況 (H25)

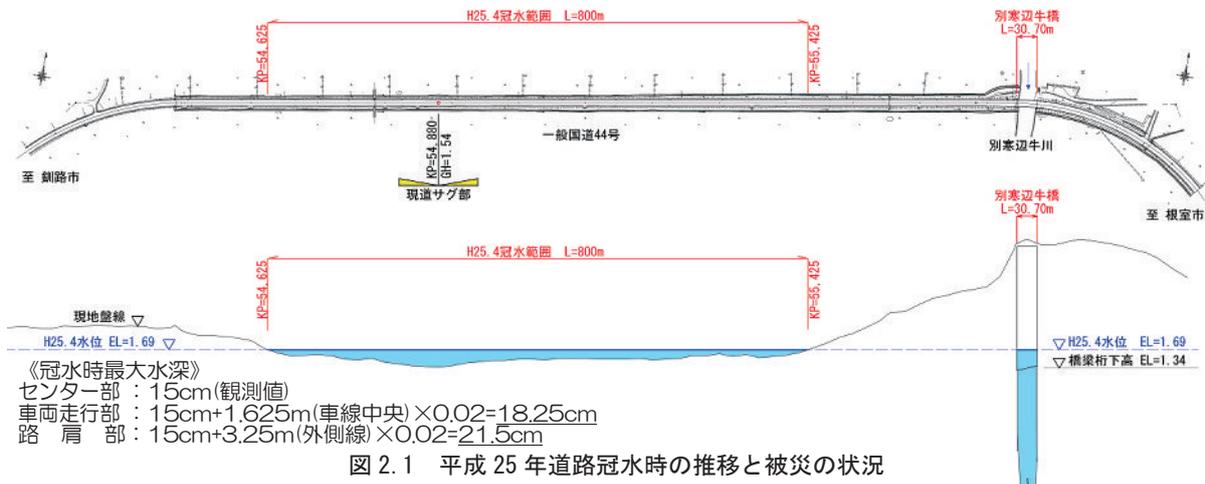


図 2.1 平成25年道路冠水時の推移と被災の状況

2.2 被災要因について

別寒辺牛川の河口付近は、兩岸の台地により狭められており、その河口付近をふさぐように国道44号が横断している。下流部分を道路盛土でふさがれているため、橋梁部分の流下断面のみでは流量をまかなうことが出来ず、湿原が遊水池の様に湛水効果を発揮し、橋梁部の流下能力不足を補っている。

河川水の流入量が橋梁部の流下能力を上回る状態が続くと、遊水池の水位が上昇を続け、道路高を超えた段階で越流が発生している。

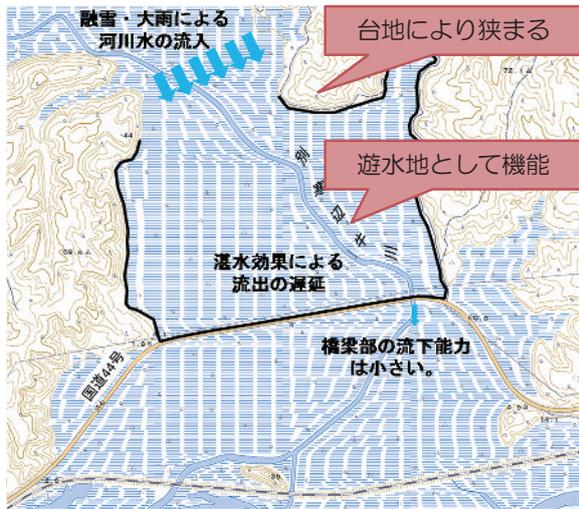


図 2.2 道路冠水発生メカニズム

3 計画水位の検討

3.1 冠水状況再現モデルの構築

(1) モデル構築の考え方

施設高の決定に際しては、適切な計画水位の設定が重要であるため、被災時の現状を再現する精度の高いモデルを構築する必要があった。

本業務では、別寒辺牛湿原を遊水池と考え、上流からの流入量と下流への流出量の差（流入出収支）に基づく遊水池の湛水位再現を行った。

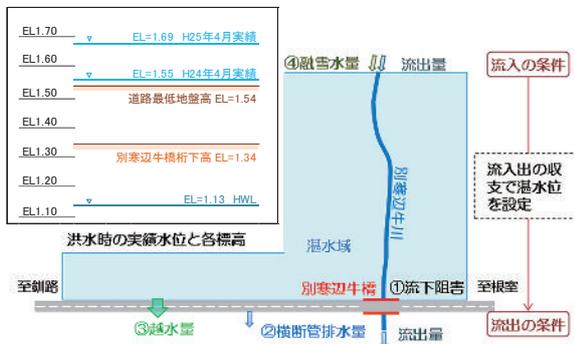


図 3.1 冠水状況再現モデルの考え方

(2) 計算方法

洪水流出モデルは、再現性が高く、我が国で広く用いられている貯留関数法を使用した。また、別寒辺牛橋からの排水量を一池モデルにより計

算し、遊水池への流入量による貯留量変化から湛水位を求め、別寒辺牛橋上下流の水位差からオリフィス流により求まる排水量を、流入量による貯留量から減じて排水後の湛水位を求めた。

流出量計算（貯留関数法）



湛水位計算（一池モデル）



越流量の算定（下表参照）

流域①	流域面積	A①= 425.7 km ²
	一次流出率	f1①= 0.73
流域②	流域面積	A②= 31.3 km ²
	一次流出率	f1②= 0.76
各定数	遅滞時間	TI= 11.5 hr
	飽和雨量	Rsa= 100 mm
	基底流量	14.4 m ³ /s
	流域定数	K= 80
	流域定数	P= 0.6

図 3.2 水位の計算方法

3.2 計算条件

①降雨量データ：使用する降雨データは平成24、25年の実績値と1/30確率規模で既往降雨波形を割り増したデータとした。

②融雪量データ：既往の詳細観測値がなく、直接的に融雪量を算定できないことから、近隣の風連川の流域定数を用いて流出量を算定した上で、ピーク水位時の実績との差が融雪の影響分と考え、融雪による割増率として設定した。

③横断管の排水効果：国道44号の湛水エリアには合計4本の横断管(φ1200)が敷設されていることを確認しており、この排水効果については常時発揮されるものとして設定した。

湿原



図 3.3 横断管の排水効果

④橋梁部の排水モデル：別寒辺牛橋の桁下高はHWL+80cmとなっており、水位が桁下高以上となった場合には貯留効果を加味するよう設定した。橋梁桁下に流水が接触する場合は、樋門などの排水と同様に潜り流れの状態と考えると流出量を算定した。



図 3.4 橋梁部の排水モデル

⑤越流量：平成 25 年については、道路冠水並びに越流が発生している。道路の嵩上げを行った場合には湛水量が上昇すると考えられるので、道路地形と冠水位を用いて越流量を算定し、湛水位に上乘せして計算した。

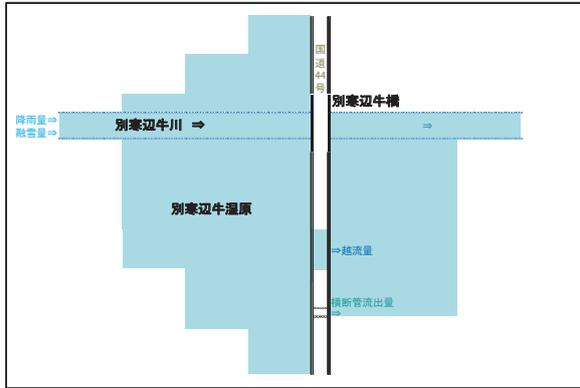


図 3.5 別寒辺牛橋の計算状況の模式図

越流量の算定は以下の通り、本間の式により、現地観測水位より算定を行った。

計算条件：越流量 台形堰の越流量式(本間の式)、完全越流 $Q=CBH^{3/2}$
 水位～観測越流量(道路中央換算で観測値より5cm減)・・・欠測部分は補間

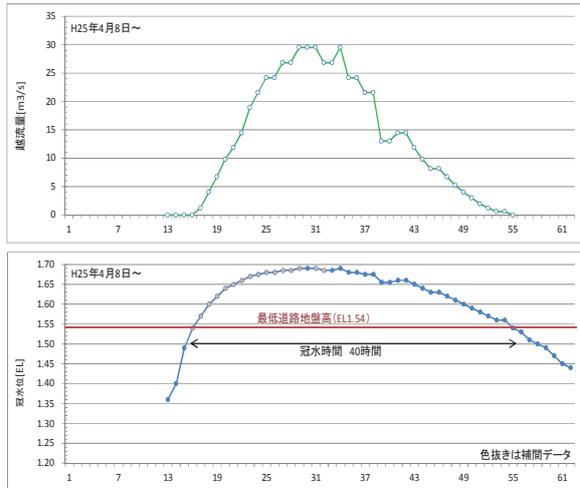


図 3.6 道路の越流量の算定(平成 25 年 4 月)

3.3 計算結果

(1) 平成 25 年洪水の再現結果

平成 25 年出水の観測水位は、測量結果などに基づいて補正を行い、平成 25 年の実測降雨量と横断管の排水効果を加味して、湛水位が EL1.69 となるよう再現計算を行った。

平成 25 年 4 月実測：EL1.69



図 3.7 道路の越流量の算定(平成 25 年 4 月)

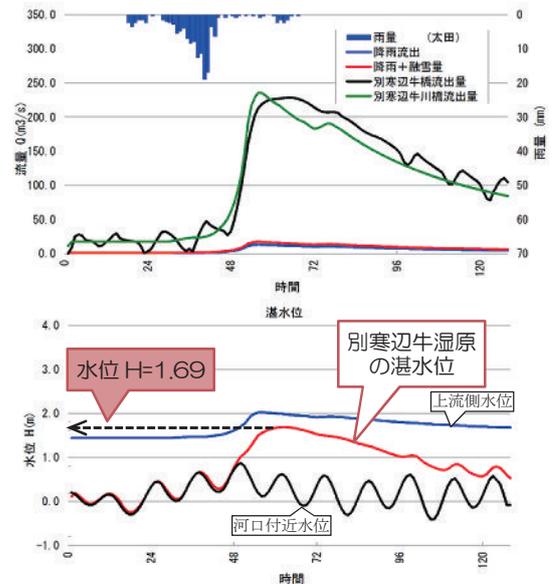


図 3.8 平成 25 年洪水の再現結果

(2) 道路嵩上げの影響について

越流しないよう道路高を嵩上げる対応を行う場合、越流量は全て湛水し、湛水位が上昇する。この影響を考慮するため越流量を戻して計算した結果、湛水位は EL1.87 となった。

道路地盤を嵩上げた影響を算定

越流量を湛水させた場合：EL1.87

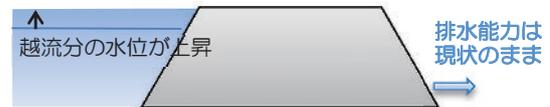


図 3.9 道路嵩上げによる水位上昇のイメージ

(3) 橋長拡幅の効果(H25 洪水の再現結果)

橋梁部の冠水対策として橋長の拡大、桁下高の確保を考慮した場合、排水量が増大するため、湛水位は低下する。この効果を見込んで計算した結果、湛水位は EL1.64 となった。

橋長を広げた効果を算定

越流量を湛水させた場合：EL1.64

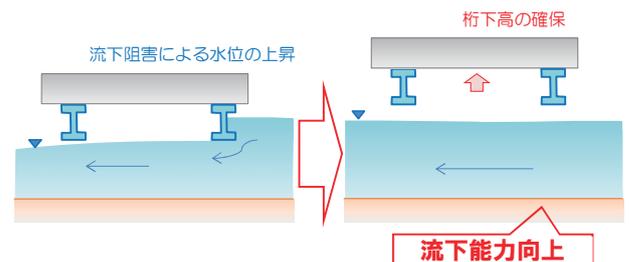
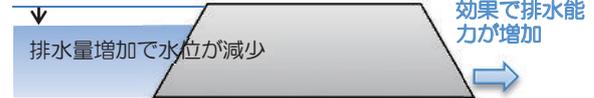


図 3.10 橋長拡幅、桁高確保による湛水位低下イメージ

3.4 計画水位の設定

通常の計画は、HWLを基準水位として計画流量に対応する余裕高80cm¹⁾を設定して決定する下記①の方法で行う。しかし、当該箇所のHWLは、近年の洪水実績から、現状との乖離が大きいため、下記②の方法で水位設定を行った。なお、③に示す最新の30年確率規模水位に基づく計画は、観測事例が少ないため今回は不採用とした。

基準水位は、対策後に想定される最高水位とすることが合理的であるため、橋梁の架け替えと道路の嵩上げを考慮した既往最高水位(1.64m)を基準水位とする。これに余裕高 60 cm²⁾を考慮した高さを被災対策の必要水位とした。

なお、この場合の余裕高の考え方は、洪水調整池の非越流部天端高としての設定とした。

《基準となる水位の設定方法》
対策必要水位 2.24m
 = 基準水位 1.64m + 余裕高 0.60m

①計画高水位+余裕高
 ⇒課題：現況の水位が高く実態にそぐわない

②既往最高水位+余裕高【今回採用】
 ⇒課題：余裕高の根拠がつけ難い

③新規計画高水位(最新の1/30確率規模水位)+余裕高
 ⇒課題：観測された事例が少なく、十分な検討ができない

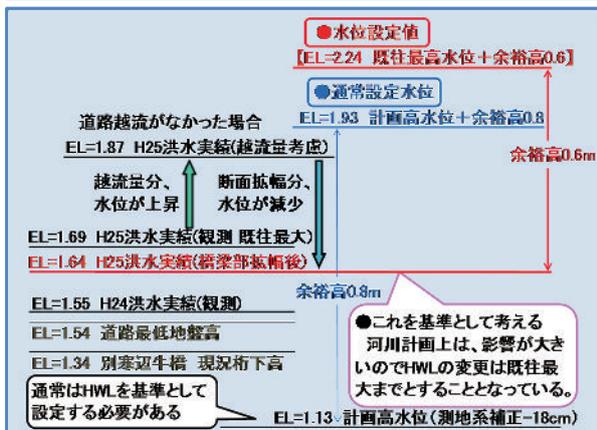


図 3.11 基準水位設定の考え方

4 対応策の検討

4.1 恒久対策の検討

「3.4 計画水位の設定」で設定された対策必要水位を基準高とし、道路の縦断線形を設定した。

表 4.1 縦断線形のコントロールポイント

CP1：保護路肩端部で基準高以上を確保(EL=2.24)
 CP2：横断勾配を考慮し、道路CLで縦断基準高以上を確保(直線区間 EL=2.35、曲線区間 EL=2.48)

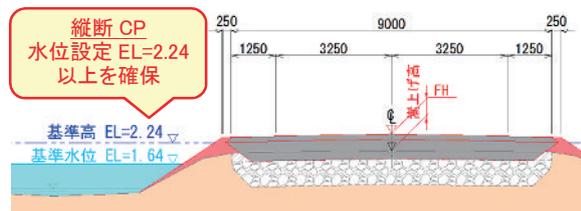


図 4.1 土工部の冠水対策

橋梁部については、クリアランスの不足、耐震性不足³⁾、B活荷重への未対応、遊間不足の進行などの問題点を踏まえ新設橋とした。

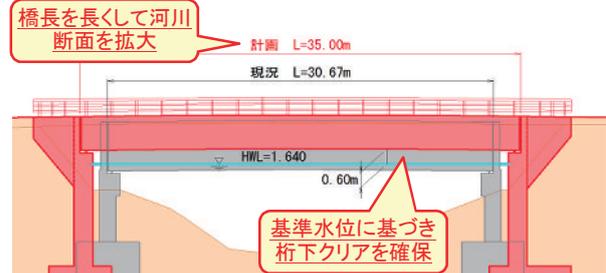


図 4.2 橋梁部の冠水対策

4.2 暫定対策の検討

対策工は、3年連続の被災を回避することが求められていたが、道路の全面嵩上げを前提とすると次の融雪期までに整備することが困難であった。そのため、緊急措置として以下に示すとおり、下流側路肩の先行整備を実施することとした。

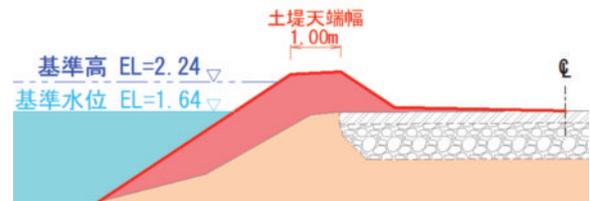


図 4.3 土工部における緊急対策

平成 26 年春には、融雪出水により平成 25 年春と同程度の湛水位(路面+23cm)となったが、緊急対策の実施により、冠水被害は発生しなかった。



写真 4.1 緊急対策による越流の防止

5 おわりに

近年は、集中豪雨が各地で多発し、道路が被災する事象が増加している。当社は、道路・河川・地質・環境の技術部門を有しており、多様な視点から災害要因分析・対策立案を行うことにより、災害の防止に寄与すべく研鑽に励む。

〔参考文献〕

- 1) 公益社団法人 日本河川協会:改定 解説・河川管理施設構造令 財団法人国土開発技術センター編, P.115, 2000.1
- 2) 公益社団法人 日本河川協会:防災調整池等技術基準(案) 解説と設計事例, P.40, 2007.9
- 3) 公益社団法人 日本道路協会:道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, P.81-87, 2012.3