

仮橋設計に関する設計条件及び洪水時の治水上の影響について

About design situation about a temporary bridge design
and influence at the time of a flood

水工事業本部 水工第2部 清水 洋平

北海道では、平成28年8月の記録的大雨により各地で洪水災害が発生し、幹線道路や橋梁・鉄道の被災、広範囲に及ぶ農業被害など、全道各地で甚大な被害を受けた。特に中小河川において、洪水により流木化した河畔林等の樹木が取水堰や橋脚に集積したことで河道閉塞が発生し、水位上昇や流向変化が促進され河岸決壊を拡大させた。本報告においては、橋梁被災後の迂回路や工事用の資材や運搬路等への利用として需要が高まっている「仮橋設計」に関する設計条件及び設置後に想定される治水上の影響について、検討事例を紹介する。

1 はじめに

「平成28年8月北海道豪雨災害」では、記録的大雨により中小河川で施設能力を上回る洪水が発生し、橋梁箇所においては写真1.1のような被害が各地で発生した。

洪水時の流況・位況等の変化を受けたことによる橋梁自体の被災や橋脚部の流木集積等が、河川へ与える治水上の影響は大きい。また、各地での橋梁被災を受けて被災後の迂回路や運搬路の利用として仮橋設置の需要が高まっている。

【被災例①】河岸決壊による橋台背面の吸出し



【被災例②】橋脚部の流木集積による流下阻害



写真 1.1 洪水時に想定される状況

2 工所用仮橋について検討すべき項目¹⁾²⁾

工所用仮橋の設置について、「河川管理施設等構造令」やその他設計基準・検討事例等から検討すべき項目は以下が考えられる。

- ① 河川特性に合った径間長、桁下高の設定
- ② 出水期間中の撤去計画
- ③ 撤去できない場合は、仮橋設置による治水上の影響を検討
- ④ 撤去できない場合は、出水により流出しないような措置等の治水上の配慮を検討

上記に示した検討すべき各項目に対しての検討事例について、以下より記述する。

3 検討事例について

仮橋には、「工所用仮橋」と「迂回路のための仮橋」の2種類に大別され、それぞれ用途・基準が異なる。本報告では、「工所用仮橋」の検討事例について、以下より記述する。

3.1 仮橋設計条件

(1) 設計対象水位・桁下高の設定

仮橋設計で最も重要な設計条件である桁下高は、過去5～10ヵ年程度の工事期間中の最高水位に余裕高を加えた高さとするのが一般的である^{2) 3)}。供用期間が10年を超える等、長期間にわたり供用する場合には、冠水頻度を別途検討する等、妥当性の確認が必要と考えられる。

(2) 仮橋幅員の設定

仮橋幅員は、1車線を採用する場合は最低でも4m、2車線の場合は8m程度(図3.1参照)とすることが標準となる⁴⁾。リース材を使用する場合には、市場性を事前確認して選定することが重要

である。

(3) 橋長・スパン割の設定

橋長は、設計対象水位と橋台位置との交点を目安に設定し、スパン割は河積阻害及び経済性を勘案して決定することが望ましい。

(4) 河積阻害率の確認

橋脚の阻害率は、仮橋に特化した基準がないため、一般橋梁の基準を準用し、流下断面に対して5～6%以内を目安とすることが妥当と考える¹⁾。

(5) 資材調達方法

資材調達方法は、リース材が一般的であるが、供用期間が長期間に及ぶ場合は購入とする方が経済的である。過去の事例によれば、5カ年以上供用する場合は購入する方が経済的となるケースが多い。

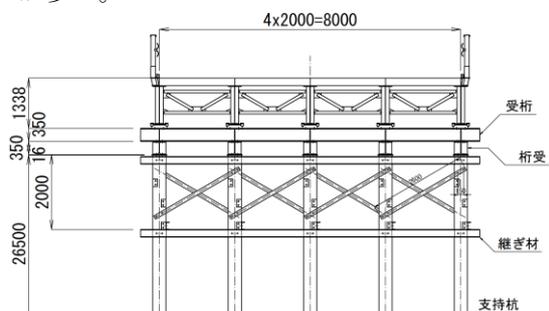


図 3.1 仮橋断面参考図(幅員 8m)

表 3.1 設計条件(用途:工所用仮橋の場合)

項目	設計条件	備考
(1)設計対象水位	過去 5～10 カ年最高水位	
桁下標高	上記水位+余裕高	
(2)幅員	1車線:4m 2車線:8m	〃
(3)橋長	水面幅から決定	市場性も考慮
スパン割	河積阻害・経済性から決定	〃
(4)河積阻害率	5～6%以内	橋脚部
(5)資材調達方法	購入またはリース	経済性等を勘案
(6)載荷重等の与条件 ³⁾	活荷重:A活荷重 主桁のたわみ:1/400 以下 衝撃係数:30% 許容応力度の割増し:1.5 計算ケース:常時 水平荷重:上載荷重×0.1 杭の許容支持力安全率:2	

3.2 撤去計画案

(1) 撤去方法

仮橋撤去時に最も大掛かりな作業となるのはクレーンによる主桁の撤去時である。撤去方法は、大きく分けて表 3.2 のような 2 つの方法が考えられる。

表 3.2 主桁の撤去方法

撤去方法	特徴
方法①: 桁を1本ずつ撤去	<ul style="list-style-type: none"> クレーンの吊り作業回数が多くなるデメリットがある。 方法②と比較すると小さいクレーンで作業が可能。 作業時には座屈しないように慎重な作業が必要。
方法②: 2～3本の桁を1ブロックとして撤去(写真 3.1 参照)	<ul style="list-style-type: none"> クレーンの吊り作業回数が少ないメリットがある。 吊り荷重が大きくなるため大型のクレーンが必要。 作業時の座屈防止に効果的。



写真 3.1 方法②によるクレーン作業事例

本報告においては、大型クレーンが不要となり重機調達の容易性を優先した「方法①：桁を1本ずつ撤去」による施工手順の検討事例について、以下より記述する。

(2) 撤去作業手順(撤去フロー)

撤去作業の手順は、諸条件により大きく変わるが、左右岸からの同時施工や覆工板、横構、対傾工、高欄を事前撤去する等の工夫により作業の効率化が図れる。また、クレーンの調達・搬入に際しては、保有台数に限りがあることや出水時には他現場でもクレーンを使用している可能性が高いため、クレーンを円滑に調達するためには、災害協定等の事前準備が重要と考えられる。

下記条件による撤去フローを図 3.2 に示す。

【撤去フロー検討条件(参考事例)】

①橋長:L=60m 程度、支間割:3 スパン、幅員:8m

②クレーン作業のサイクルタイム:カタログ値

③主桁以外の作業時間:日当たり施工量推定⁵⁾

④クレーンの移動距離:15km 程度を想定

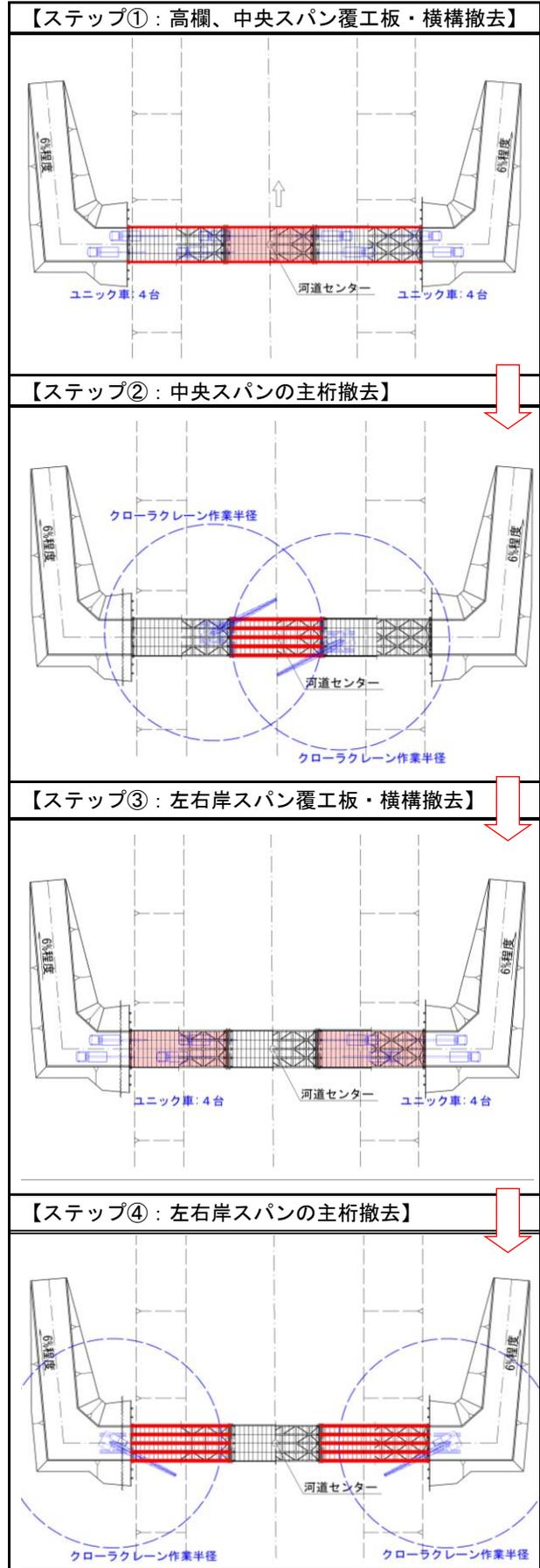
START	
	備考・各作業時間目安
1	施工機械の搬入 L=15km程度想定 0.5 時間程度
2	クレーンの組立 聞き取りからの想定 2.0 時間程度
3	高欄の撤去(中央スパン) 4セット想定 1.6 時間程度
4	高欄の撤去(左右岸スパン) " 1.9 時間程度
5	覆工板の撤去 " 2.0 時間程度
6	横構、対傾工の撤去 " 0.8 時間程度
7	クレーン移動 L=150m程度想定 0.1 時間程度
8	主桁の撤去(中央スパン) 両岸から同時施工
a	玉掛け作業
b	巻上げ時間(離床) 吊り上げ高を3mとする。
c	クレーン旋回(吊中) 旋回角度を180° とする。
d	巻下げ作業(着床) 吊り上げ高を3mとする。
e	玉外し作業
f	クレーン旋回(戻り) 旋回角度を180° とする。 1.2 時間程度
9	クレーン移動(待避) L=150m程度想定 0.1 時間程度
10	覆工板の撤去 4セットによる撤去 2.3 時間程度
11	横構、対傾工の撤去 " 1.0 時間程度
12	クレーン移動 L=150m程度想定 0.1 時間程度
13	主桁の撤去(左右岸スパン) 両岸から同時施工
a	玉掛け作業
b	巻上げ時間(離床) 吊り上げ高を3mとする。
c	クレーン旋回(吊中) 旋回角度を180° とする。
d	巻下げ作業(着床) 吊り上げ高を3mとする。
e	玉外し作業
f	クレーン旋回(戻り) 旋回角度を180° とする。 2.0 時間程度
14	施工機械の待避 L=0.5km程度想定 0.4 時間程度
15	クレーンの解体 聞き取りからの想定 2.0 時間程度
END	

【凡例】

中央スパン施工時
左右岸スパン施工時

図 3.2 撤去施工フロー(参考事例)

表 3.3 撤去施工ステップ平面図(参考事例)



3.3 治水上の影響検討例

(1) 橋脚設置に起因する水位上昇量推定

橋脚設置後の水位上昇量は、「D' Aubuisson 公式」により橋脚設置方向と橋脚形状の影響等を定数として推定することが可能である⁶⁾。

仮に以下に示す仮定計算条件にて橋脚による嵩上げ量を推算すると $\Delta h=0.1\text{m}$ となる計算結果を得た。

$$\Delta h = \frac{Q^2}{2g} \left\{ \frac{1}{C^2 b_2^2 (H_1 - \Delta h)^2} - \frac{1}{b_1^2 H_1^2} \right\}$$

$$0.1 = \frac{500^2}{2g} \left\{ \frac{1}{0.8^2 \cdot 56.0^2 \cdot (5.0 - 0.1)^2} - \frac{1}{60.0^2 \cdot 5.0^2} \right\}$$

【仮定計算条件】

- Δh : 橋脚による堰上げ高(=0.1m)
- Q: 流量(=500m³/s)
- C: ピアの平面形状によって定まる定数(=0.8)
- b1: ピア上流側の水路幅(=60.0m)
- b2: 全水路幅からピア幅(2.0m×2基)の総計を控除した幅(=56.0m)
- H1: ピア上流側の水深(=5.0m)

(2) 防護柵への重量物衝突に対する耐荷重推定

仮橋に設置する防護柵の設計条件は、「防護柵の設置基準⁷⁾」に準拠しており、車両総重量 25 トン、衝突速度 26km/h、衝突角度 15 度、耐衝撃度 45kJ の耐力を想定している。

流木等の衝突を想定し、仮に以下に示す仮定計算条件にて耐荷重を推算すると 40t 程度の重量物衝突に対する耐力を有していることが推定される。

$$I_s = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\frac{V}{3.6 \cdot \sin \theta} \right)^2$$

$$45 = \frac{1}{2} \cdot 40.2 \cdot \left(\frac{5.4}{3.6 \cdot 1.0} \right)^2$$

【仮定計算条件】

- I_s: 衝撃度(=45kJ)
- m: (車両)質量(=40.2t)
- V: 衝突速度(=1.5m/s=5.4km/h)
- θ : 衝突角度(=90度)

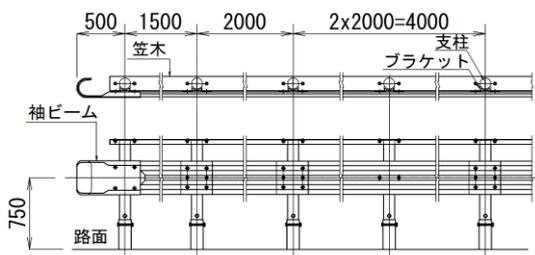


図 3.3 防護柵参考図

3.4 流出防止対策案

(1) リフトアップ構造による流出防止対策

上部工全体の流出防止対策として、図 3.4 に示す「チェーンブロック」を利用したリフトアップ構造による対応事例がある。既往実績からの設備コストは、仮橋幅員や橋長の違いによって重量及び各機械設備の規格が変わるため参考金額となるが、40 百万円/1 スパン程度である。

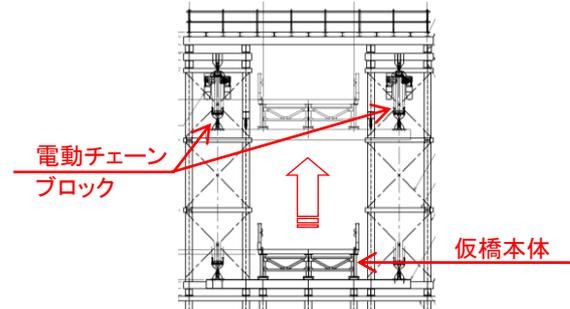


図 3.4 リフトアップ仮橋参考断面図

(2) 覆工板の流出防止対策

覆工板の流出防止対策を検討する場合には、写真 3.2 に示すような、ボルト固定による方法が有効である。



写真 3.2 覆工板のボルト固定事例

4 まとめ

仮橋設計では、設置箇所毎に異なる河川条件を考慮し、かつ近年における出水の特徴を踏まえて、水理・構造・地質等の多様な視点から検討・設計を行うことが必要である。また、コスト削減を意識し過大設計とならないような配慮も重要と考える。

[参考文献]

- 1) 日本河川協会 「解説・河川管理施設等構造令」/H12.1
- 2) 全国河川管理課長会議 「許可工作物技術審査の手引き」/H23.5
- 3) 北海道開発局 「北海道開発局 道路設計要領 第3集 橋梁」/H29.4
- 4) 日本道路協会 「道路土工 仮設構造物指針」/H11.3
- 5) 建設物価調査会 「国土交通省 土木工事標準積算基準書」/H27.10
- 6) 国土技術研究センター 「河川を横過する橋梁に関する計画の手引き」/H21.7
- 7) 日本道路協会 「防護柵の設置基準・同解説」/H11.3