

施工計画

(仮称) 札幌大橋の張出架設における閉合計画

日本橋梁建設土木施工管理技士会

株式会社 IHI インフラシステム

現場代理人

監理技術者

木元 宏之[○]

鷲足 稔

Hiroyuki Kimoto

Minoru Washiashi

1. はじめに

札幌大橋は一般道路337号における、石狩川河川部に位置する。流水部にあたる最大支間長は150mであり、この径間の架設にはトラベラークレーンによる張出架設が採用された(図-1参照)。本橋の設計断面力には、架設系の影響は考慮されていない。そこで、張出架設部の閉合時にモーメント連結を採用することで、橋体に作用する断面力を設計断面力に整合させる必要があった。本稿は、このモーメント連結の手順と、そこで用いた架設時の工夫について報告するものである。

工事概要

- (1) 工事名：札幌大橋上部工工事
- (2) 発注者：北海道開発局 札幌開発建設部
- (3) 工事場所：北海道札幌市北区～石狩郡別当町間
- (4) 工期：平成23年11月23日～
平成27年3月20日
- (5) 形式：2径間連続鉄桁+3径間連続鋼箱桁
- (6) 橋長：475.7m

(7) 支間長：71.0+73.0+90.5+150.0+89.6m

(8) 幅員：10.45m

(9) 施工：IHI・川田JV

2. 閉合手順

張出架設の閉合ジョイントはJ32であり、接合方法は高力ボルト接合である。完成時の支間中央での鋼重による曲げモーメントは72,800kN・mである。通常、モーメントの導入は閉合前後の支点の強制変位を用いることが多いが、今回の閉合部に必要なモーメントを導入するためには、支点部で1m以上の降下作業が発生する。この作業の簡略化を目的として、札幌大橋では支点の強制変位に加え、閉合部(J32)にて、下フランジ側をジャッキで引き込むことにより発生する集中モーメントを、直接的に導入する手法を採用した。本橋閉合までのステップを図-2に示す。STEP-1は中間橋脚上を500mm完成時からジャッキアップし、橋梁に強制変位を与える工程である。これは、前述の通り、閉合後にジャッキダウンし、中

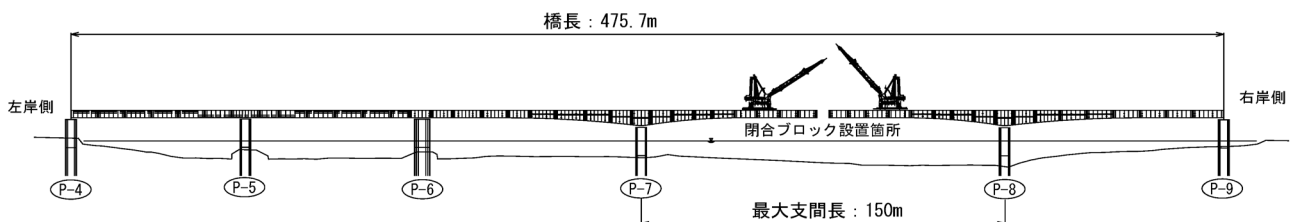


図-1 全体側面図

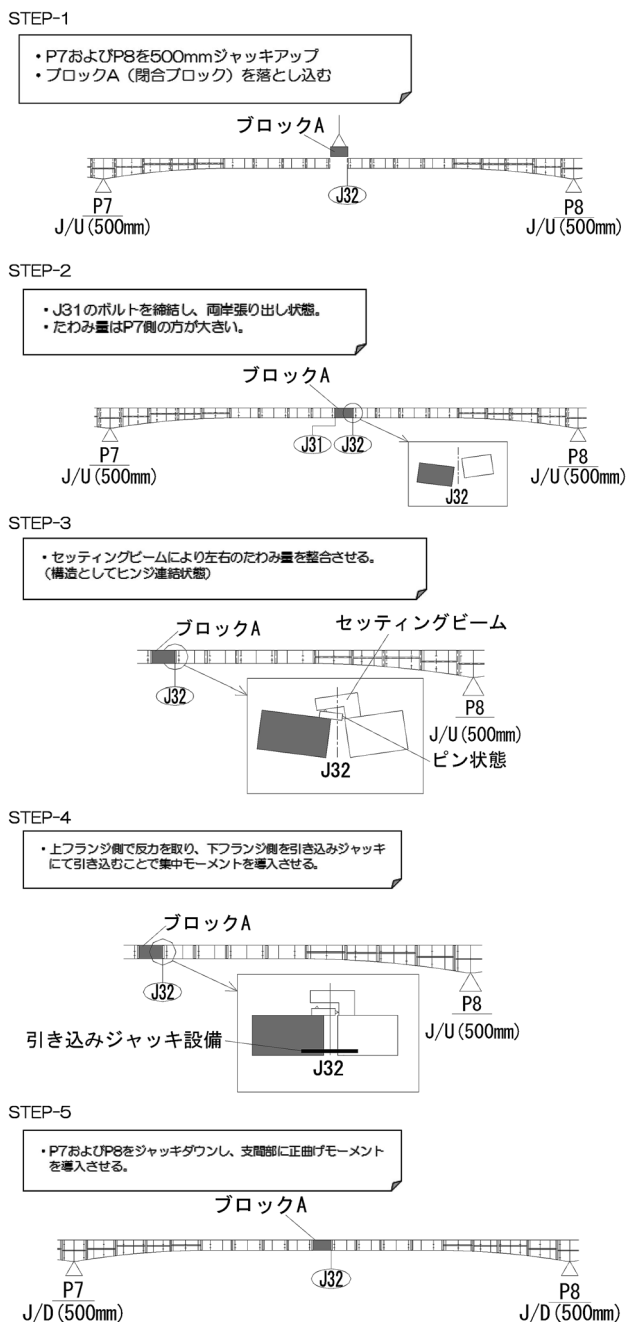


図-2 閉合仕口の施工ステップ

中央径間に正曲げモーメントを導入させることが目的である。閉合ブロックは、先に左岸側の J31 から架設・高力ボルト本締めを行った。この状態である STEP-2 では、閉合ブロックの J32 側に、右岸側と左岸側でたわみ差が生じる。STEP-3 は、モーメント連結を行う事前に、このたわみ差をセッティングビームにより解消させる工程である。

次に STEP-4 にて、引き込みジャッキを用い

て J32 に集中モーメントを導入し、高力ボルトの本締め作業を行う。予め P7 および P8 を、500 mm ジャッキアップしているため、閉合仕口は上向きに回転している。そのため、閉合仕口には完成時に要求される正曲げモーメントは完全に導入されていないとしても、仕口の角度が整合し、高力ボルト接合が可能となる。表 1 は、STEP-2～4 における閉合仕口 J32 の変形状を整理したものである。表によると、STEP-3 にて閉合仕口のとわみが整合し、STEP-4 にて角度を整合していることが分かる。最後に、STEP-5 にて、予めジャッキアップしていた 500 mm の強制変位をジャッキダウンさせることで、閉合仕口に要求される正曲げモーメントが導入させる。

表-1 STEP 毎の閉合仕口の変形

STEP	J32左岸側		J32右岸側	
	たわみ [mm]	たわみ角 [mrad]	たわみ [mm]	たわみ角 [mrad]
2	-250	14.4	-86	-12
3	-165	-12.9	-165	-13.5
4	372	-0.2	372	-0.2

3. 架設における問題点

今回のモーメント連結による閉合架設を行うにあたり、事前に設計部門と建設部門で問題点の洗い出しを行い、以下 3 点の課題が確認された。

- (1) 架設時には閉合の前後で、トラベラークレーンをはじめとする架設機材重量が多数あり、機材の設置・撤去により橋梁に作用する断面力の変動を考慮する必要がある。(図-3)
- (2) 本橋の右岸側張出は単径間の張出構造であり、



図-3 架設状況

転倒安全率1.2を確保する必要がある。

- (3) 架設時の誤差により、閉合時に接合部で面外方向のずれが発生する可能性がある。ずれが生じた場合に矯正できる設備を準備しておく必要がある。

4. 架設時の工夫

(1) モーメント連結作業

前述した施工ステップでは、架設の手順により、橋梁の構造形式が、張出構造からヒンジ構造を経て連続桁に順次変化していくことになる。この間、橋梁には種々の架設機材が設置・撤去される。構造系が変化しなければ、設置・撤去される荷重による断面力は完成時に残らない。ところが荷重載荷時に張出構造で、荷重撤去時に連続桁構造とすると、荷重による断面力の発生程度が異なるため、完成時の断面力に誤差が生じることになる。本工事では表-2に示す機材荷重についてこれらの影響を考慮し、ジャッキアップ・ダウン量と引き込みジャッキにて導入する集中モーメントの大きさを算定した。これらの検討は、設計検討段階で実施し、工場製作段階でセッティングビームの取付部の仕口や補強を施工する。ところが、実際の架設では想定通りの機材を準備できなかつたり、架

表-2 機材荷重

名称	載荷荷重
トラベラークレーン	1472 kN
桁運搬台車	902 kN
トラベラー軌条	4,537 kN/m
セッティングビーム	166 kN
鉛直調整ジャッキ	2 kN
水平調整ジャッキ	13 kN
引き込みジャッキ	46 kN
設備(発電機等)	41 kN



図-4 閉合前の仕口変形状況

設時の誤差が生じたりすることが考えられたため、セッティングビームはJ32にて鉛直方向に押すことも、引き上げることも出来る構造とした。実際には図-4に示す様に、ほぼ設計段階で想定した変形状状となった。

本架設において、STEP-5まで完了した段階でJ32に導入しなければならないモーメントは、架設系を考慮しない鋼重のみの死荷重断面力で、72,800kN.mである。STEP-5のP7・P8支点のジャッキダウンにより、23,600kN.mのモーメントを導入することが可能であるため、引き込みジャッキで閉合仕口に与える集中モーメントは49,200kN.m必要となる。すなわち、閉合作業の事前に、ジャッキアップを行っているので、49,200kN.mの集中モーメントを閉合仕口に作用させれば、J32における左右の仕口角度は平行となることになる。主桁の上フランジ側で反力を取り、下フランジ側でジャッキを引き込むため、必要となる集中モーメントを上下のジャッキ間隔で除すると、引き込みに必要な荷重が算出される。実際の架設では、2,000kN ジャッキを8台用いて引き込み作業を行い、計画通りに閉合作業を行うことができた。

(2) 架設時右岸側の転倒安全率の確保

本工事の張出架設において、左岸側多支点系で構造が連続しているため転倒する危険性は無いが、右岸側は2支点系の張出構造であり、張出の先端までトラベラークレーンが走行するため、中央径間側に架設桁が転送する危険性があった(図-5)。

転倒の安全性を確認するため、架設設計指針(土木学会)より、照査をおこなった。転倒安全率は、転倒モーメントと抵抗モーメントの比で、後者を前者で除した値が1.2以上であれば安全性が確保されていると判断できる。転倒安全率の算出は転

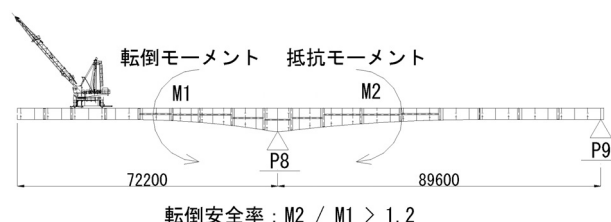


図-5 転倒安全率



図-6 カウンターウェイト設置状況

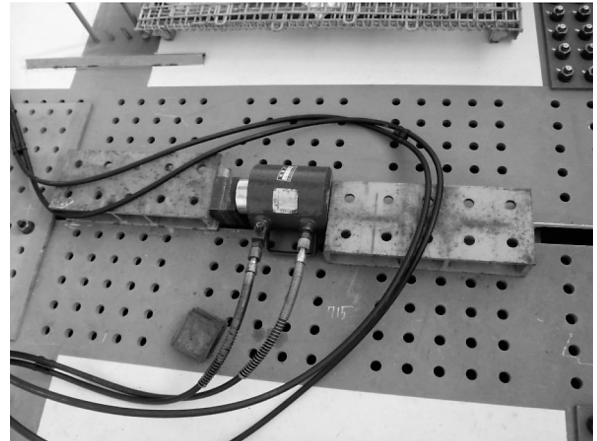


図-7 面外方向矯正設備

倒の危険性が一番高い図-5のステップにておこなった。照査の結果、図-5のステップにおいて、転倒安全率が確保できていないことが確認されたため、本工事ではP9支点上にカウンターウェイトを設置することとした。図-6はカウンターウェイトの設置状況である。カウンターウェイトの重量は、1,471kNであり敷鉄板を重ねて載荷することとしている。敷鉄板を利用したカウンターウェイトは、一枚当たりの重量が比較的軽量であることと、汎用性が高いことから、設置・撤去が容易になるという特徴がある。表-3に、転倒安全率の照査結果を示す。

表-3 転倒安全率照査

諸量	単位	C/W	
		なし	150ton
転倒モーメント(M1)	kN・m	291,717	-
P8・P9支間(L)	m	896	-
P9反力(R)	kN	-696	-
C/W重量(W)	kN	0	1471
C/W幅(m)	m	-	6
抵抗モーメント(M2)	kN・m	229,147	356,890
転倒安全率	-	0.79	1.22

(3) 面外方向矯正力の算出

本工事の様な張出架設では、右岸側と左岸側の両方から施工を行うため、閉合時に面外方向へのずれも発生することが想定される。これら面外方向のずれは、施工の段階確認において随時、測量を繰り返し、ブロック搭載毎に調整を行うが、不測の事態を想定し、あらかじめ面外方向に矯正する方法を検討しておくこととした。本橋は、1箱桁であるが、左右のウェブ高が異なる非対称断面であるため、張出状態の時に生じるねじれ変形を閉合時に矯正させる必要も想定されたが、この変



図-8 閉合完了

形については、事前の解析検討において大きな変形が発生しないことが確認できていた。したがって、これらの問題を包括し、閉合前の張出状態の構造系で、J32を面外方向に100mm 相対的に変位させることができる設備を準備することとした。実際には、解析検討により、その矯正力は330kNと比較的小さな力で相対変形を生じさせることが可能であった。図-7に示す通り、施工の簡略化のため、その設備は閉合仕口の強力ボルト鋼に架設機材のサンドルをセットし、500kN ジャッキで矯正させることとした。

5. おわりに

解析において、機材荷重を考慮するなど、実際の状況を忠実に再現することで、想定外の状況が発生することなく、架設完了に至りました。この場をお借りして、本解析に多くのご助言、ご協力を頂きました関係者各位に、感謝の意を表します。