

(VI-24) 遙かな尾瀬への架け橋「尾瀬古仲橋」の設計と施工

構造計画コンサルタント(株) 正員 阿部 成雄
群馬県沼田土木事務所 星野 通夫
小野 文彦
(株) 宮地鐵工所 正員 金原 慎一
日本橋梁(株) 高橋 隆一

1. はじめに

尾瀬古仲橋は、国道401号「土出・戸倉バイパス」の一環として、群馬県利根郡片品村土出地内の片品川に架設されたアーチ式斜張橋である。この国道401号は日光国立公園の尾瀬や観光施設へのアクセス道として、多くの観光客が利用している。

尾瀬古仲橋は、斜張橋の中でも主塔となるアーチが主桁と鋭角に交差している(図-1)ため、構造的に複雑なアーチ式斜張橋となっている。このためは、高度な技術を用いた設計・製作・施工について報告する。

2. 設計

2-1. 構造的特徴

本橋の形式は、線形条件(曲線部)・河川条件(河川内橋脚の設置不可→1径間)・地域特性(積雪寒冷地)及び経済性(主桁鋼重の軽量化)等から、主桁は鈑桁と上下横構(1次部材)により疑似ボックス構造として剛性効果を高めるとともに、堤内地側に設置したアーチリブと6本のケーブルで接続することによって弾性支持し、支間長20mの4径間連続桁と類似する構造系とした(表-1)。このことにより、支間長81mの単純桁とした場合の断面力に比べ大幅に断面力を減少させることができる。さらに鉄筋コンクリート床版が可能となることから、積雪寒冷地に於ける路面凍結の問題解消にもなっている。

2-2. 解析

①上部工の解析 静的解析3次元立体解析で行い、耐震性の確認は静的解析と同モデルで動的解析(応答スペクトル法)を行い照査確認を行った。

②ケーブル吊り点の解析 桁形状は主桁がI桁で横桁とブラケットが箱桁となっており、ブラケットの部材軸はケーブルの軸線方向としているので横桁の部材軸に対して傾斜している(図-2)。このような定着部構造と類似した事例は少ないので、構造の妥当性確認を行う方法として溶接部の疲労照査と有限要素法による応力分布解析等を行いその確認を行った。表-2に溶接部の疲労照査結果を示す。

また、有限要素法により照査した結果、主桁腹板に応力集中箇所が発見されたので腹板を増厚(+6mm)して発生応力度の低減を図った。

尾瀬古仲橋、アーチ式斜張橋



図-1 平面図・側面図

上部工形式	アーチ式斜張橋(橋長82m、アーチ支間8m、コブ高28m)
アーチリブ	箱断面(ウェブ高2.0~2.4m、フランジ幅2.6m)
主桁	I型断面(主桁間隔2.7m、主桁6本、桁高1.6m)
ケーブル	放射型(SPM163-6本)
横桁	箱断面(ケーブル吊り点)
支車	タイプBのコム支車
溶接継手	アーチリブは溶接その他は高力ボルト(トルシア)
床版形式	鉄筋コンクリート床版
下部工形式	ラン式橋台(A1)、逆T式橋台(A2)、重力式アナ受け台
基礎工形式	直接基礎
築造地盤	1種地盤(玉石混じり砂礫、N値50以上)

表-1 基本構造形式

疲労照査位置	最大荷重単位を載荷 (応力の単位: Mpa)			
	SEC-E		SEC-F	
疲労強度等級	1	2	1	2
設計計算応力補正係数 α	F(65)	F(65)	F(65)	F(65)
応力 σ				
σ_{max}	-126	156	-126	148
σ_{min}	-177	111	-163	117
最大応力範囲 $\Delta \sigma_{max}$	51	45	35	31
応力範囲の平均値 σ_{ave} (= 交差部応力)	46	46	46	46
平均応力補正係数 CR	1.3	1.0	1.3	1.0
板厚補正係数 Ct	0.955	0.913	0.926	0.901
安全係数				
γ_b	1.1	1.1	1.1	1.1
γ_w	1	1	1	1
γ_l	1	1	1	1
$\gamma_b \cdot \gamma_w \cdot \gamma_l \cdot \Delta \sigma_{max}$	56.1	48.5	38.5	34.1
詳細な疲労照査の要否	$\Delta \sigma_{ave} \cdot CR \cdot Ct$	57.1	42	55.4
要否の判断	要	要	要	要
結果	ok	要	ok	ok

以上の結果によると、SEC-E-2が要なので詳細な疲労照査を行う。

疲労照査位置	最大荷重単位を載荷 (応力の単位: Mpa)	
	SEC-E	
疲労強度等級	2	
2×10 ⁷ 回繰返し応力範囲 $\Delta \sigma_f$	F(65)	
設計繰り返し数 nt	32×10 ⁷	
平均応力補正係数 CR	1	
板厚補正係数 Ct	0.913	
安全係数		
γ_b	1.1	
γ_w	1	
γ_l	1	
最大応力範囲 $\Delta \sigma_d = \Delta \sigma_e$	15	
許容応力範囲 $\Delta \sigma_R$	235	
詳細な疲労照査の要否	$\gamma_b \cdot \gamma_w \cdot \gamma_l \cdot \Delta \sigma_{max}$	49.5
要否の判断	要	ok

表-2 ケーブル定着部の疲労照査

3. 製作

本橋は、ケーブル定着位置の剛な横桁（箱断面）と主桁（I型断面）が剛結し、ケーブル定着ブラケットは主桁ウェブを貫通して横桁ダイアフラムと結合する構造となっている。アーチリブが道路中心に対して角度をもって配置されていること、主桁が横桁位置で折れていることなどから、ケーブルの角度が全て異なっている。このケーブルの角度に対して、橋軸方向については定着ブラケットをケーブル入射方向に合わせて回転させ、橋軸直角方向の傾きについてはブラケット内に設けた定着管を傾斜させている。部材製作では、原寸データをもとに組立治具を製作し、これを使用することによってブラケットと定着管の角度に対する精度確保を行った。この部材の製作手順の概略を図-2に示す。

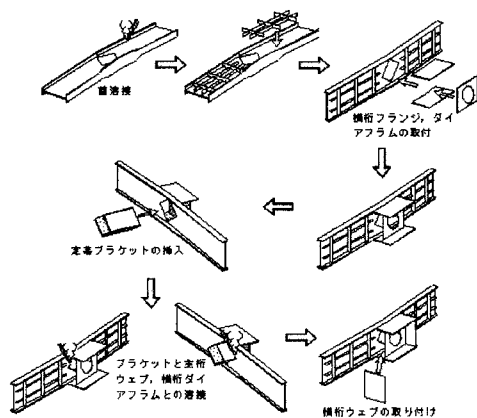


図-2 横桁取付部の製作手順

4. 架設

現場条件・橋梁形式を勘案してクレーンベント工法とし、左右岸にヤードを造成し、ベント及び架設用クレーンの設置場所とした。

主桁はジョイント位置等検討の結果、ベント及び工事桁による3カ所の支持点を設けた。また、転倒防止のため地組立し、箱状にしてから架設した。

アーチは固定式の放物線アーチで、11部材に分割されている。架設においては、5カ所の支持点を設け、また、現場継手は完成時の美観を考慮しウェブ・フランジともに現場溶接継手とした。架設順序としては、主桁の架設後アーチを右岸・左岸双方より張り出し、アーチ頂部を落とし込み閉合した(図-3)。

ケーブルはトラッククレーンを使用し、アンリーラーにセットしたリールより吊り上げ展開し、アーチ箱桁内より引込介錯しアーチ側を固定した。ケーブル調整後、桁部ベントの撤去となる。

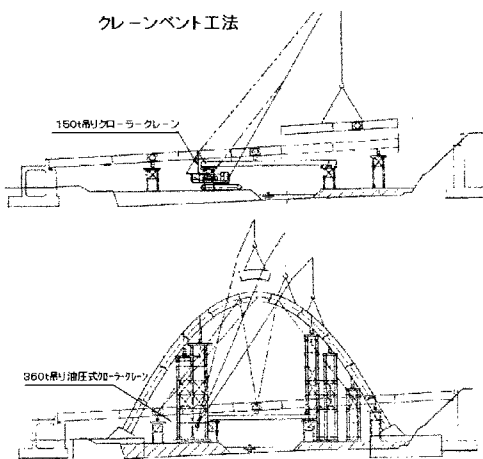


図-3 架設ステップ図

①アーチの現場溶接 アーチ部内面の縦リブは高力ボルトによる継手となっている。現場溶接するフランジ及びウェブは19mm～25mm、材質はSM490YB材で、自動ガスシールドアーク溶接で行った。しかし、溶接姿勢がアーチの角度に合わせて下向き・縦向き・上向きと様々で溶接実績に乏しいため溶接施工試験を実施した。溶接施工試験は、上向き・縦向きにてそれぞれ10°、30°、50°の角度で行い結果は良好であった。

現場において溶接継手部には合板と防災シートにて風防設備を設置して溶接作業を行った。

②ケーブルの調整 調整は、温度による影響の少ない夜間にケーブル張力・橋体形状を計測することとし、その結果を基に昼間に調整を行った。夜間におけるケーブル張力の測定においては、ジャッキ反力からの計測では作業の安全性及び迅速性に欠けるため、ジャッキ反力による測定値を振動法に置換し、行った。

5. まとめ

本稿では、尾瀬古仲橋の設計と施工の概要について述べた。

また、本稿の橋名については、橋名検討委員会を設立し、橋名の募集を行い215通の中から選ばれた橋名である。

最後に事業を進めるにあたり、ご指導を頂いた建設省をはじめ関係機関の方々に感謝申し上げます。