

I-79

白鳥南高架橋の現場溶接について

トビー工業(株)	鉄構事業部工事部	正会員	平間 友一
北海道開発局	室蘭開発建設部	正会員	谷村 昌史
北海道開発局	室蘭開発建設部	正会員	荒木 恒也
トビー工業(株)	鉄構事業部工事部		杉田 一直
トビー工業(株)	鉄構事業部工事部		井上 祐二
トビー工業(株)	鉄構事業部工事部		川田 知希

1. はじめに

白鳥南高架A橋は白鳥新道の分合流部に位置し、支間長 105.0m+85.0m+64.0m の3径間連続鋼床版曲線箱桁橋であり、幅員は 14.250m~25.036m と大きく変化している。箱桁のウェブ間隔は 3.2m であり、輸送条件の制約から主桁部分が橋軸方向に2分割されている。このような構造のため、本橋は結果として鋼床版の現場溶接線がきわめて不整形な形状となる。

鋼床版の現場溶接は、橋梁自体の出来形(主に縦断形状)に大きな影響を及ぼし、特に主桁自身に曲率を有し溶接線が複雑な形状を有している場合、厳密な施工管理が必要となる。

本稿は、このような複雑な形状を有する白鳥南高架橋の現場溶接時の施工管理基準、主桁の変形、鋼床版の収縮量等の結果について報告する。

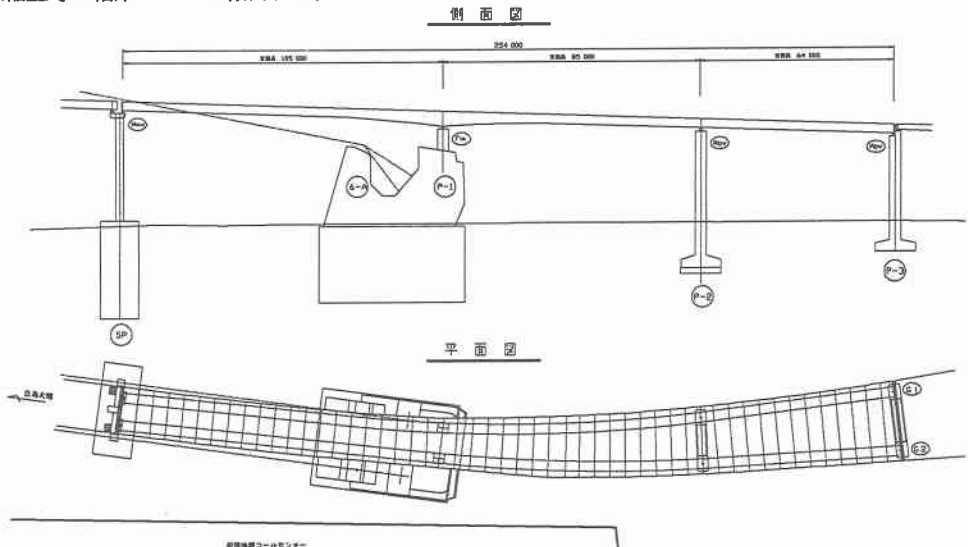


図-1 一般図

2. 架設工法の概要

本橋の架設は、桁下部に作業ヤードを確保できることから、施工性、安全性、経済性の面でもっとも有利なクレーン・ベント工法(ベント基数10基、ベント高さ約35m)とした。

主桁は2ブロックを地組して架設する事を基本としたが、アンカーレッジ上については、クレーンのつり能力の関係で縦割りブロックを地組して単ブロックで架設を行うこととした。構造上の固定点である P-1 から P-3 に向かって開始し、その後、P-1 から 5-P 間の架設を実施した。

鋼床版(橋軸直角方向継手)現場溶接を行うことにより、上フランジに収縮が生じる。このため、現場溶接による収縮を考慮したヤードで架設を行い、現場溶接完了後 5-P、P-3 上でジャッキアップを行い、所定の高さに据え付けることとした。

側 面 図

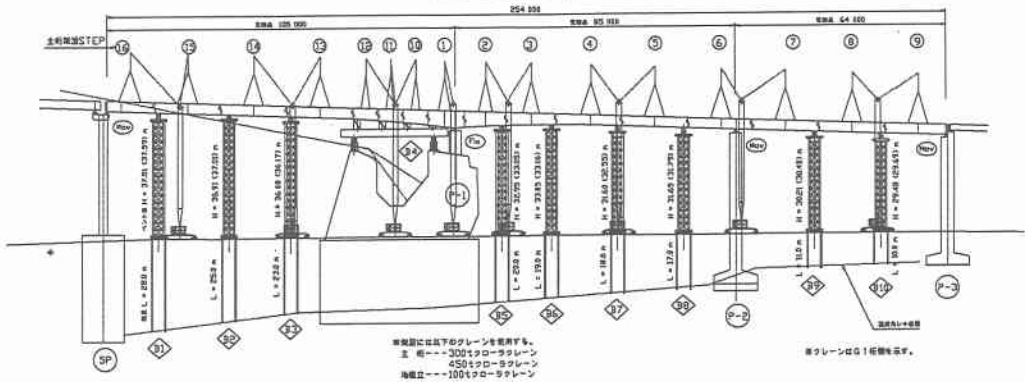


図-2 架設計画図

3. 主桁の現場溶接

本橋の場合、つり上げ重量が重く、つり上げ高さも高いため主桁架設に先立ち主桁自体の曲げ・ねじり剛度を十分確保する事が安全対策上必要である。そこで、橋軸方向に分割された主桁を完全な箱桁形状にするために、架設に先立ち主桁部分の現場溶接を先行することとした。

仮組立時一体となっていた主桁を、輸送のために各ブロックに分割する時点で、製作時の溶接による残留応力が解放されるため、橋軸方向に分割された箱桁は、架設地点で主桁の地組立をする際、仮組時の形状が再現しづらい傾向にある。また、主桁は曲率を有しているため、現場溶接を実施することにより主桁が変形することが予想される。

そこで今回は、主桁の断面形状の精度を確保することに主眼をおき、溶接に先立ち以下に示す管理目標値を設定し施工を実施した。

表-1 主桁の管理目標値

工 種	管理項目	管理目標値	測定個所	備 考
箱桁地組	ルートギャップ [°]	3～8 mm	鋼床版現場溶接部	
	橋軸方向のつれ	5 mm 以内	溶接部両端	
	断面形状	± 2 mm	ウエブ幅	

4. 鋼床版の現場溶接

溶接の順序は、構造物の変形に大きな影響を及ぼす。溶接の順序を決定するに当たり、以下の項目を原則とした。

- 1) 中央から自由右端に、下から上へと実施する。
- 2) 溶接変形によって形状保持が損なわれない順序とする。すなわち、溶着量の多いものを先に、溶着量の少ないものを後にする。
- 3) 未溶接継ぎ手を通り越して溶接しない。
- 4) 著しい拘束力を発生させない。

今回の場合、下から上への原則を優先してP-3方向から開始し、作業効率の点から橋軸直角方向の溶接から実施した。また、溶接線がT型になる部分の現場溶接については、品質管理の面から、つきあたる部分の現場溶接を優先させた。

溶接熱による不均一膨張と冷却中の収縮の結果、溶接構造物は一般に横収縮、縦収縮、回転変形、角変形等の各種変形を生じる。鋼床版の現場溶接の場合は周囲を縦リブ、横リブ等で拘束されているため構造物の変形としては横収縮が支配的である。

品質管理上特に問題となるのは横収縮であり、橋軸直角方向の現場溶接による鋼床版の収縮量は、縦断形状の出来形に大きな影響を与える。また、連続桁の場合、縦断形状の出来形の差違により、支点に不静定力が発生し、反力値も設計値とずれる可能性がある。

そこで、今回は、橋軸方向の収縮量を過去の実績値を参考にし、あらかじめ1カ所当たり2.0mmと想定し製作時のヤンパーに反映させた。その結果、P-1、P-2 支点上でそれぞれ、575mm、447mm の上げ越しを行った。

本橋の場合、幅員の変化が激しいため鋼床版のブロック割りが不整形となっており、溶接部分は種々の拘束を受ける。このことが収縮量にどのような影響を与えるかについては、不明な点が多い。そこで、溶接による収縮量を測定することにより、今後の現場溶接の基礎資料とすることにした。

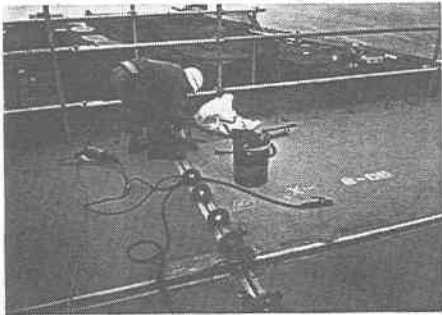


写真-1 目違い調整

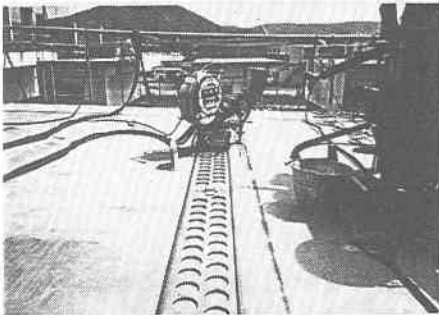


写真-2 サブマージアーク溶接状況

4-1 収縮量

橋軸直角方向、橋軸方向の現場溶接による収縮量を表-2、表-3に示す。収縮量の絶対値は0.1mm～4.0mmと大きなばらつきが認められる。これは、計測誤差、および、溶接進行中に左右の鋼床版が溶接熱で広がろうとする回転変形を、構造物が拘束するためにこのようなばらつきが生じたものと考えられる。

橋軸直角方向、橋軸方向の収縮量の平均値はそれぞれ、1.2mm、1.1mm となっており、溶接方向による差違はほとんど認められなかった。

表-2 収縮量の度数分布表
(橋軸方向溶接線)

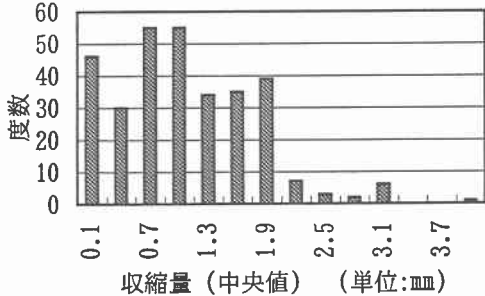
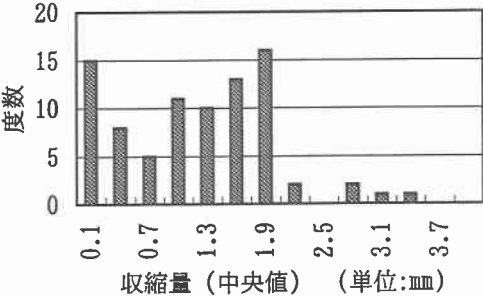


表-3 収縮量の度数分布表
(橋軸直角方向溶接線)



4-2 開先平均長・収縮量の関係

拘束のない板の場合、溶接線に直角方向の収縮量S(mm)は、継ぎ手開先の平均幅をL(mm) とすると以下の近似値で推定されることが知られている。

$$S = 0.18 L$$

橋軸直角方向、橋軸方向の開先平均長・収縮量の計測結果を図-3、図-4に示す。収縮量のばらつきはきわめて大きい、橋軸方向の最小自乗法による結果についてはほぼ上式と一致している。橋軸直角方向の結果については、ILケヨルプースの仮留めピンによる拘束の影響があるためか、収縮量は多少控えめな値となっている。

図-3 開先平均長と収縮量の関連図
(橋軸方向溶接線)

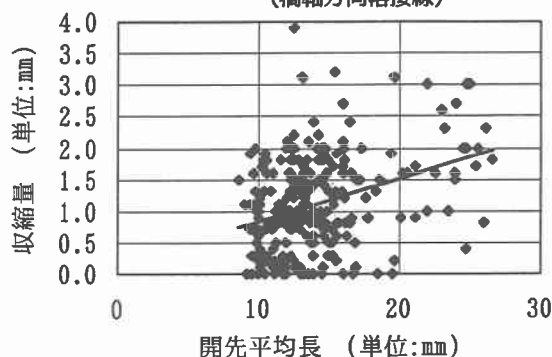
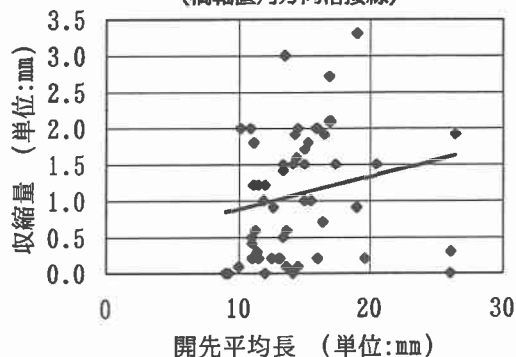


図-4 開先平均長と収縮量の関連図
(橋軸直角方向溶接線)



4-3 縦断形状の出来形

縦断形状の計測結果を、表-4に示す。側径間で高め、中央径間で低めの値となっているが、いずれの径間も、許容値を下回り良好な出来形となっている。

表-4 縦断形状の出来形

単位 (mm)

径 間	G1 桁最大(最小)値	G2 桁最大(最小)値	許 容 値	備 考
P 3～P 2	-5.0(-15.0)	11.0(4.5)	±49.0	
P 2～P 1	12.5(-19.5)	12.5(-13.0)	±70.0	
P 1～5 P	18.5(-3.5)	28.0(1.0)	±90.0	

5. 非破壊検査

非破壊検査の方法としては、従来、記録性に優れる放射線透過試験が主に採用されてきた。しかし、放射線透過試験は放射線を使用するため、安全管理上および工程管理上に制約があり、しかも機械操作には厳しい検査資格を必要とする。

そこで、鋼床版デッキアートの溶接部の非破壊検査は、1)作業効率が高く 2)検査結果が記録として残る 3)検査結果に信頼性があるとの理由で自動超音波探傷試験(AUT)を採用した。

検査対象箇所については、現時点で確立された手法がないため阪神高速道路公団「超音波自動探傷試験方法」(平成5年版)に準拠して決定した。検査長・検査率は、表-5の通りである。

検査の結果、補修すべき欠陥は検出されなかった。

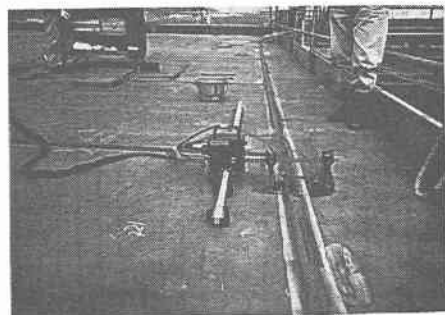


写真-3 AUT検査状況

表-5 検査長・検査率

継ぎ手	溶接長(mm)	検査長(mm)	検査率(%)
シーム	1,688,868	703,100	42.1
バット	633,928	287,500	45.4
合 計	2,302,796	990,600	43.0

6. おわりに

白鳥南高架橋の架設工事は、全工程の約1/3が現場溶接に費やされ橋梁自体の出来形、品質管理の上でも現場溶接が重要な位置を占めた。今回の鋼床版現場溶接の結果が、今後増加が予想される鋼橋の現場溶接施工管理の参考になれば幸いである。