

I-313

白鳥大橋補剛桁架設における架設ヒンジの検討

北海道開発局	正員	西本 聡
北海道開発局	正員	○ 遠藤 平
北海道開発局	正員	西村 浩二
横河ブリッジ	正員	佐々木利光

1. はじめに

白鳥大橋は、室蘭港の湾口部に建設中の橋長 1,380m(330m+720m+330m) の3径間2ヒンジ補剛箱桁吊橋である。

本橋の補剛桁は、経済性、維持管理の面で有利であること、航路と取り付け道路との関係から桁高を低くしたいこと、さらに耐風安定性が十分確保できることなどから箱桁形式を採用した。

架設工法の選定にあたっては、補剛桁が1-箱桁であることから架設単位を全断面ブロックとすることを前提に、各種の架設工法に対して工期、経済性、地理的条件等を踏まえ検討を行った。

検討の結果、採用工法は海面使用が可能であることも考慮し、リフティングビーム(L/B)を使用した直下吊上げ工法を主とし、海面を利用できない一部分についてはL/Bと仮ハンガーによりスウィングさせる横取り工法とした。

架設途中の構造系については、国内の長大吊橋のほとんどの施工には逐次剛結工法が採用されている。本橋の場合、架橋地点は11月から3月にかけて強い西風(橋軸直角方向)が吹き架設工事期間が限定されることから、単年度架設完了が可能な全ヒンジ工法を採用した。

全ヒンジ工法は海外でも施工実績が多いが、この構造系の場合、各ブロック間を架設ヒンジのみで連結させていくため面外力に対して不安定になり、特に耐風性が問題となることから、架設系での風洞試験を行い安全性を確認している。

本文では補剛桁架設系の耐風安定性の検証、架設ヒンジの検討について報告する。

2. 耐風安定性の確認

架設ブロック間のヒンジ結合条件(鉛直方向回転可能、ねじれと水平方向回転拘束)を反映させた全橋風洞試験(29%、55%、94%の架設時 縮尺 1/145 気流は一樣流、乱流)の結果、フラッターに関しては、補剛桁の鉛直曲げとねじれ振動が同時に発生する曲げねじれフラッターが観測されたものの、発振風速が限界風速ライン($V_{cr}=47\text{m/sec}$)以上であった。

渦励振に関しては、94%架設時に補剛桁には発生せず、29%、55%の架設時に側径間から張り出した補剛桁に不規則な限定振動が発生した。しかし、これは定常振動ではなく、また、その発生風速は照査風速以上であるため、架設時の渦励振に対しても問題ないと考えた。

乱流中のパフティングに関しても、一樣流中では見られなかった不規則振動が鉛直方向のほか水平方向にも発生し、比較的大きな振幅が生じている。しかし、発散振動は見られず、また、パフティングが顕著になるのは、実橋風速で20m/sec 付近であり、作業が行われる風速内では架設作業に対する影響は少ないと考えた。

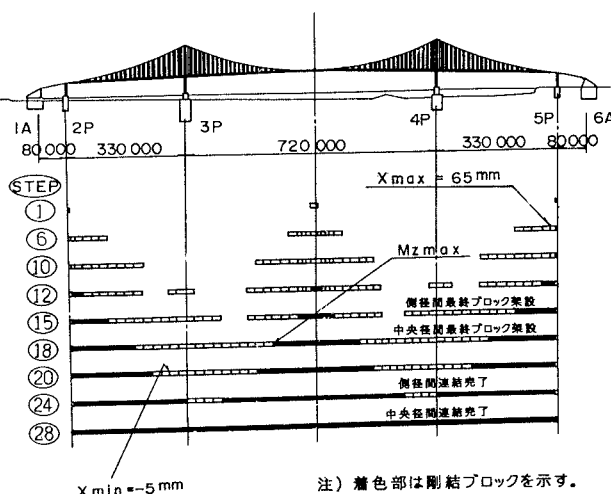


図-1 架設ステップ図

以上、風洞試験の結果を実際の架設ステップに反映し、3次元モデルによる架設計算を行い耐風安定性の確認と架設ヒンジ構造の強度検討を行うこととした。図-1に架設ステップを示す。

3. 架設ヒンジ構造の検討

3.1 架設ヒンジ設計条件

架設計算時に仮定した「全6方向自由度の中で鉛直面内回転（ θ_y ）のみ自由」の条件を満足させる必要があることから、架設ヒンジ検討にあたっての荷重条件、拘束条件は表-1のように設定した。各架設ステップについて架設計算を行った結果、架設ヒンジ設計上問題となる架設ヒンジ部での角折れ量 δ および架設ヒンジ部発生断面力は表-2のようになった。角折れ量は、引き込み用使用するPC鋼線で十分対応可能な値であると考えた。

3.2 架設ヒンジ構造の比較検討

架設ヒンジは海外では一般的に採用されているが架設単位が1パネル1ブロック単位であることと暴風や地震におけるヒンジ部発生断面力がほとんど考慮されていないためにシンプルな構造となっている。したがって、白鳥大橋のように架設単位が2パネル1ブロックでかつ暴風時、地震時に発生する断面力がかなり大きい場合、これまでの事例にならうことができず以下の項目について比較設計を行うこととした。

- ①各方向発生断面力の分担と分担力の本体構造への伝達方法。
- ②内部補強の程度。
- ③架設時における取付作業性と撤去の容易性。

3.3 架設ヒンジ構造の決定

検討の結果、図-2に示すようなヒンジ構造を採用した。特徴は以下のとおりである。

- ①力の分担が明確である。（表-3参照）
- ②ピースAが剛結時のデッキ引き込み設備として併用できる。
- ③ピースCは中央分離帯部であり撤去が不要である。
- ④内部補強が必要となるのはピースAのみである。

4. あとがき

白鳥大橋補剛桁の架設構造系は、架設期間が限定されることから全ヒンジ工法を採用したが、架設途中の動的な耐風安定性の確保が重要となった。

補剛桁の架設は平成7年5月から開始予定であり、架設状況については今後報告していきたい。

表-1 架設ヒンジ荷重条件、拘束条件

荷重条件	暴風時	設計風荷重($V_{10}=41\text{m/s}$)の1/2強度						
	地震時	設計水平震度・ $K_h=0.1$						
拘束条件		X	Y	Z	θ_x	θ_y	θ_z	
	架設ヒンジ部	Fix	Fix	Fix	Fix	Free	Fix	
	塔 連結部	Fix	Fix	Fix	Fix	Free	Free	

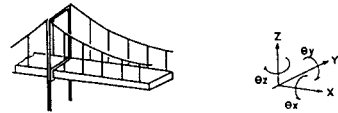


表-2 架設ヒンジ部の角折れ量と発生断面力

角折れ量	$X_{\max}=65\text{mm}$, $X_{\min}=5\text{mm}$ (下図参照)
発生断面力	$M_x=113\text{tfm}$, $M_z=2850\text{tfm}$ $S_y=19\text{tf}$, $S_z=60\text{tf}$, $N=35\text{tf}$

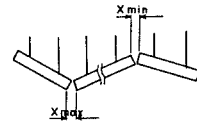


表-3 架設ヒンジの種類と力の分担

種類	ヒ-ス(A)	ヒ-ス(B)	ヒ-ス(C)
力の分担	面外曲げ	面内せん断力	面外せん断力

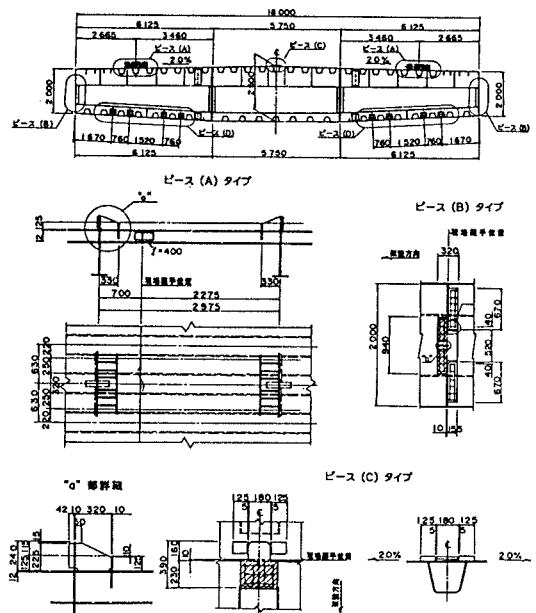


図-2 架設ヒンジ構造図