

J R根室本線 星が浦海岸通架道橋の施工

鉄建建設(株)エンジニアリング本部 正会員 ○ 江島 賢一
 北海道旅客鉄道株式会社 鉄道事業本部 川村 力
 北海道旅客鉄道株式会社 鉄道事業本部 枝松 正幸
 鉄建建設・坪野総合工業共同企業体 神田 隆司

1. はじめに

物流アクセスの円滑化を目的に釧路市で進められている釧路港西地区整備事業に伴い、J R根室本線新大楽毛ー新富士間において全長1,450mの鉄道高架化が実施された。星が浦海岸通架道橋は、釧路港湾地区のシンボルとして当該区間の道路横断部に架設された北海道内初のPCランガー橋である。(写真-1, 図-1)

本稿では、星が浦海岸通架道橋の構造上の特徴、自己充てん型高強度高耐久コンクリート(以下、S.Q.Cと称す)のアーチリブへの適用、および施工の概要について報告する。



写真-1 星が浦海岸通架道橋完成写真

2. 橋梁概要

2.1 工事概要

星が浦海岸通架道橋の工事概要を以下に示す。また、構造一般図を図-2に示す。

工事名：新大楽毛高架3工区

事業主体：北海道，釧路市

発注者：北海道旅客鉄道株式会社

施工者：鉄建・坪野総合工業共同企業体

構造形式：単線2主桁下路形式PCランガーアーチ橋

橋長：66.450m

支間：65.000m

ライズ：11.300m

曲線半径：R = ∞

斜角：90°



図-1 架設位置図

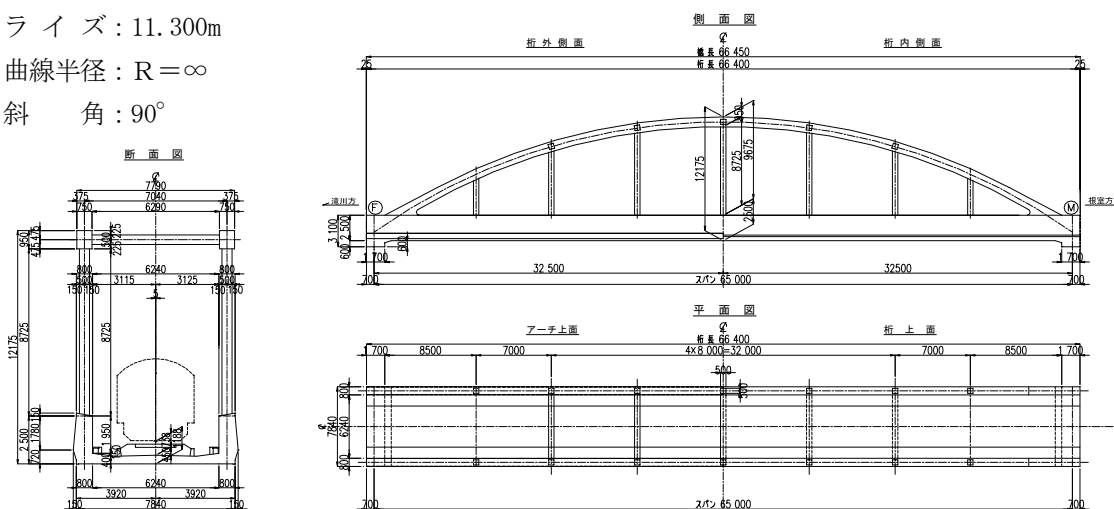


図-2 構造一般図

2.2 構造概要

PCランガー橋は、補剛桁、アーチリブおよび両部材を連結する鉛直材から構成される。本橋では各部材の力学的特徴に応じて構造を選定しており、大きな軸圧縮力が発生するアーチリブはRC構造、軸引張力が支配的な鉛直材は鋼構造とし、曲げとアーチリブ圧縮力により軸引張力が作用する補剛桁はPC構造としている。

鉛直材の定着方法については、これまでの鉄道用PCランガー橋の場合、鉄筋およびPC鋼棒をアーチリブ、補剛桁まで延長・定着することで一体化させる方法を採用している。

これに対して本橋では、引抜力に抵抗するための支圧板を鉛直材に設置し、アーチリブおよび補剛桁に埋設・定着する構造を採用した点に特徴がある(図-3)。本構造の採用にあたっては、ひび割れ・破壊を評価できるFEM解析および載荷試験等を実施し、定着構造の安全性を確認した。

2.3 設計概要

(1) 耐久性設計

平成16年に「鉄道構造物等設計標準・同解説」が改定され、耐久性について定量的な設計が可能となった。本橋が架設される釧路市沿岸部は塩害の可能性が大きい地域(S1)に分類されるため、本橋の設計では塩害対策が耐久性上の最大の課題となった。

塩害対策としては、かぶりの増加、被覆鋼材(エポキシ樹脂鉄筋等)の使用、コンクリートの品質向上などがある。本橋では経済性、維持管理を考慮し、W/Cを40%以下としてコンクリートの品質を向上させる方法を採用した。また、鋼部材である鉛直材は、熔融亜鉛メッキと塗装による二重防錆とした。

(2) 補剛桁の設計

補剛桁は桁高2.5m、全幅員8.14mの下路桁形式であり、主方向、横方向(底板、横桁)とも、ひび割れを許容しないPC構造として設計を行った。PC鋼材の配置を図-4に示す。

(3) 鉛直材の設計

鉛直材は断面寸法500mmの角形鋼管を使用し、板厚は長さが短く比較的大きな曲げモーメントが生じる端部の鉛直材は22mmとし、その他は16mmとした。

鉛直材の定着部の設計は、引抜力に対しては支圧板と接するコンクリートの支圧応力および引抜せん断耐力で抵抗し、水平力および曲げモーメントに対しては鉛直材埋設部側面に作用するコンクリートの支圧応力で抵抗する設計モデルを想定して安全性の検討を行った(図-5)。

(3) アーチリブの設計

アーチリブは軸圧縮力が卓越する部材であるため、座屈安全性が設計上の支配要因となる。本橋では二次偏心を考慮した長柱として設計を行い、60N/mm²の高強度コンクリートとした。

また、アーチリブと補剛桁との接合部に生じる引張応力度に対しては、FEM解析を実施し、PC鋼棒を配置してひび割れの防止対策を実施した。FEM解析結果を図-6に、接合部のPC鋼材配置を図-7に示す。

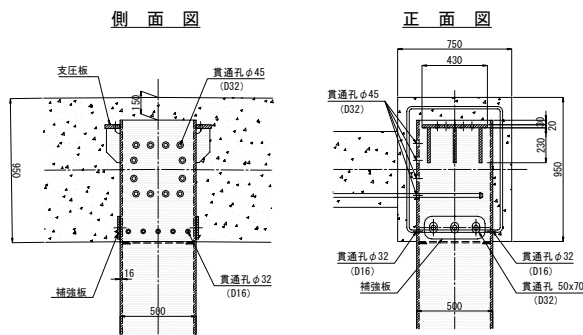


図-3 鉛直材定着部 (アーチリブ)

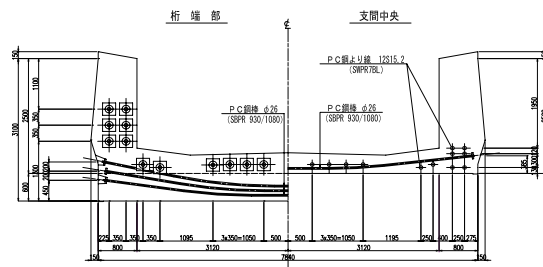


図-4 補剛桁PC鋼材配置図

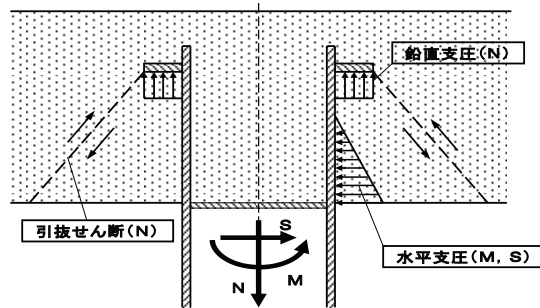


図-5 定着部設計モデル

3. アーチリブコンクリートの配合

3. 1 S. Q. Cの採用

アーチリブには、設計基準強度60N/mm²の高強度コンクリートが採用され、アーチリブ、鉛直材およびストラットの結合部は、鋼材および鉄筋が交錯して配置されている(図-8)。また、アーチリブの上面は勾配があるため、伏せ型枠を設置する必要がある。

このような条件下で高品質な施工を行うため、高い自己充てん性と高強度、高耐久性を兼ね備えたS.Q.C(Super Quality Concrete)を採用した。

3. 2 コンクリートの配合検討

一般に、高強度コンクリートは、セメント量が多く、コンクリート中の総アルカリ量が増加する傾向にある。土木学会では、アルカリ骨材反応を抑制するためにはアルカリ総量を3.0kg/m³以下にすることが望ましいとしており、本橋ではアルカリ骨材反応の抑制効果がある高炉セメントB種を基本とする配合を採用した。また、高炉セメントを使用したコンクリートは普通セメントを使用した場合と比較して、自己収縮・乾燥収縮が大きい傾向にあるため、ひび割れを抑制するために膨張材を添加した。表-1にアーチリブコンクリートの配合表を示す。

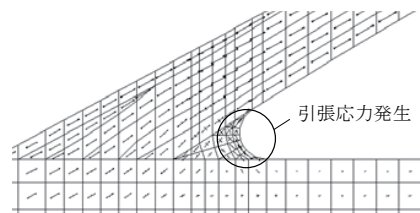


図-6 アーチリブ基部のFEM解析結果

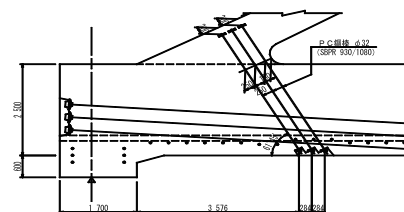


図-7 アーチリブ基部のP.C鋼棒配置図

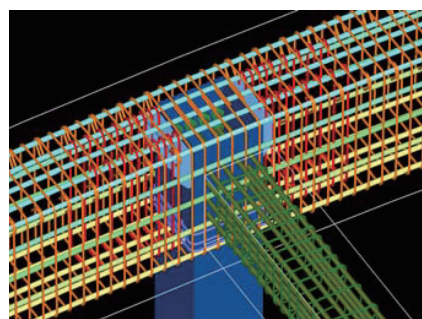


図-8 鉛直材定着部の鋼材配置

表-1 アーチリブコンクリートの配合表

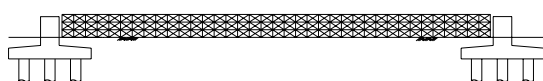
打設部位	セメントの種類	W/C (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						
					W	C	EX	S	G1	G2	SP
アーチ部	BB+EX	30.7	29.6	40.7	164	534	20	650	960	—	5.540:B×1.00%

4. 施工概要

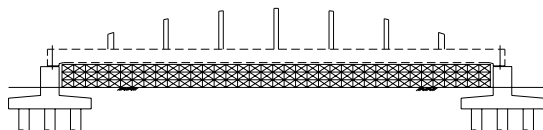
4. 1 施工ステップ

本橋は総支保工式の場所打ち工法により施工を行った。図-9に施工ステップ図を示す。

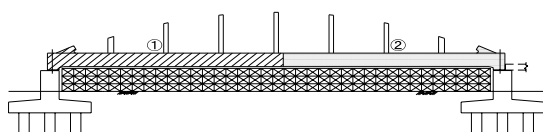
STEP 1: 補剛桁支保工・型枠設置



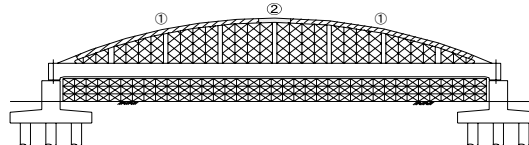
STEP 2: 鉛直材設置



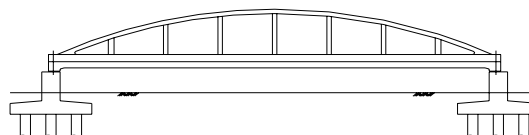
STEP 3: 補剛桁コンクリート打設



STEP 4: アーチリブ支保工・支保工組立、コンクリート施工



STEP 5: 補剛桁P.C鋼材緊張、支保工解体



STEP 6: 橋面工、施工完了

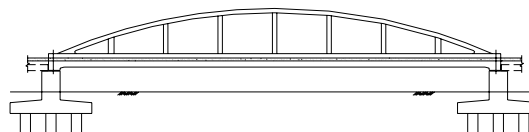


図-9 施工ステップ図

4.2 鉛直材の施工

補剛桁に埋設される鉛直材は、底版型枠上にコンクリート製スペーサーおよび台座フレームを設置して固定した。

鉛直材の設置精度は、鉛直材相互を連結する仮つなぎ材および仮プレスにより確保したが、鉛直材の塗装が損傷しないよう、ゴムマットで防護した（写真-2）。なお、鉛直材の設置精度については、事前に設置誤差が構造物の安全性に与える影響を検討した上で、施工管理値を設定した。

4.3 アーチリブの施工

(1) 分割方法の検討

補剛桁上で施工するアーチリブは、外部拘束によるひび割れ発生が問題となり、セメント量が多く水和熱が大きいS.Q.Cを使用する場合にはその影響が顕著となる。そこで、アーチリブを一括打設した場合と分割打設した場合の2ケースについて温度応力解析を実施し、ひび割れ発生の可能性が低くなる分割打設を採用した。

(2) コンクリート打設

左右のアーチリブで約100m³の第1ロットコンクリートは、2台のコンクリートポンプ車を使用して1日で打設した。早朝から打設を開始し、伏せ型枠の解体・仕上げ作業が完了したのは深夜であった。写真-3、写真-4にアーチリブ打設状況、アーチリブ上面仕上げ作業状況を示す。事前の確認試験で決定した作業手順に従って適切な施工を行い、コンクリート表面の仕上がり状態は極めて良好であった。

また、アーチクラウン部3mの第2ロットコンクリートの打設は、事前の温度履歴確認試験を実施し、第1ロットコンクリートの温度が外気温まで低下する7日後に実施した。

4.4 PC鋼材の緊張

PC鋼材の緊張作業は、アーチリブコンクリートの強度を確認した後に実施した。緊張の順序は、全体的な応力バランスを考慮し、①横桁横締め鋼棒（全数）、②底版横締め鋼棒（1/3）、③補剛桁主ケーブル（全数）、④底版横締め鋼棒（2/3）の順序で実施した。

5. おわりに

本橋の施工に際し、本稿で述べた検討課題のほか、角鋼管構造の鉛直材とコンクリートとの定着方法、寒冷地での鋼材仕様、加工方法および品質の確認方法等の多くの課題について解析・実験を行い安全性の確認を行った。

本橋の建設にあたり、北海道大学上田教授を委員長とする施工検討委員会を開催し、多くの課題に対してご指導、ご協力をいただき、委員の方々には深く感謝いたします。なお、本橋は既に本体工事を完了し、今年の秋頃の供用開始を予定している。



写真-2 鉛直材設置状況



写真-3 アーチリブ打設状況



写真-4 アーチリブ仕上げ作業状況