

芦川第一橋 (仮称) の設計と施工

銭高組・白石共同企業体 ○正会員 布下 浩
 (株) 銭高組土木本部 正会員 松尾 保明
 銭高組・白石共同企業体 柴田 幸好
 銭高組・白石共同企業体 辻 浩次

1. はじめに

日本海東北自動車道芦川第一橋(仮称)は、秋田県由利本庄市に建設される4径間のPC連続ラーメン橋であり、その最大支間長は85.0m、橋長は280.0mである。本橋は、コンクリート構造と比較して軽量化が図れ、施工性に優れるPC波形鋼板ウェブ箱桁橋であり、構造の合理化と耐久性の向上を目的として、主方向には全外ケーブル方式を採用した。波形鋼板ウェブ橋の本橋における施工上の特徴として、剛結構造である柱頭部の施工、全外ケーブルを採用した主桁構築工、側径間の吊支保工部の施工が挙げられる。以下では、波形鋼板ウェブラーメン橋の設計と施工に関して報告する。

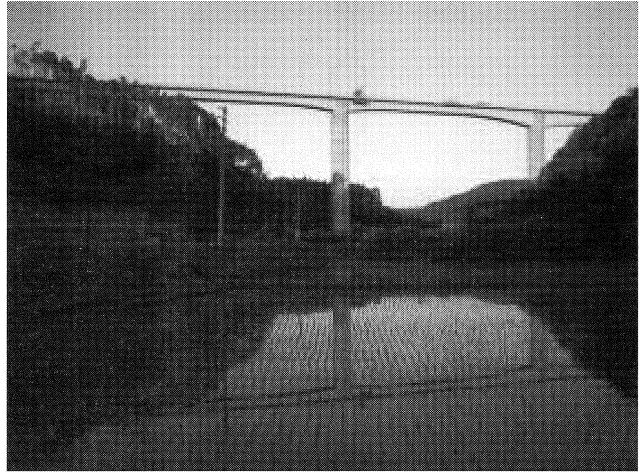


写真-1 芦川第一橋 (仮称)

2. 工事概要

工事概要を以下に示す。また、橋梁構造を図-1、2に示す。

工事名：日本海東北自動車道芦川第一橋
 (PC上部工) 工事
 発注者：日本道路公団東北支社秋田工事事務所
 工事場所：秋田県由利本庄市芦川
 工期：平成15年8月～平成17年8月
 構造形式：PC4径間連続ラーメン
 波形鋼板ウェブ箱桁橋
 橋長：280.0m
 支間長：64.20m+85.00m+80.00m+49.25m
 幅員：有効幅員10.00m、全幅員11.30m
 桁高：7.00m～3.50m
 平面線形：A=600 R=1500m

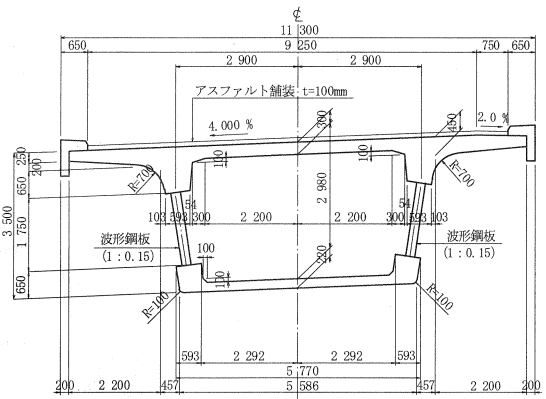


図-1 標準断面図

3. 芦川第一橋 (仮称) の設計

3.1 外ケーブル定着部の設計

外ケーブルの定着突起にはコンクリートエッジ方式を採用し、立体FEM解析結果に基づいた設計を行った。定着突起の構造はRC構造とし、補強鉄筋量の算出はFEM解析により発生する全引張力を鉄筋で受け持たせることとした。せん断に対しては、終局時に外ケーブルの張力がPC鋼材の引張強さに達してせん断

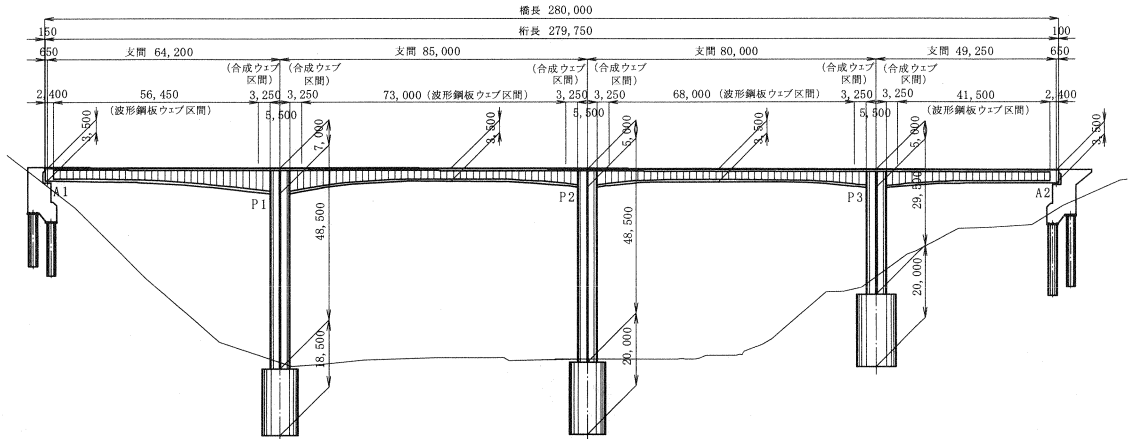


図-2 構造一般図

破壊が生じない様に、「コンクリート標準示方書・構造性能照査編」に従い、せん断伝達耐力を算出し配置鉄筋量を決定した。定着突起の形状図を図-3に示す。本橋では、定着突起の変形を抑制する目的で左右定着突起間に厚さ 500mm のリブを設けた。FEM 解析の結果を以下にまとめる。

①定着突起背面の引張応力

本橋の定着突起には、最大 3.2N/mm^2 の引張応力が発生した(図-4の A)。ただし、この引張応力が発生している範囲は狭く、全引張力に換算すると D19@125 の鉄筋で補強可能であった。

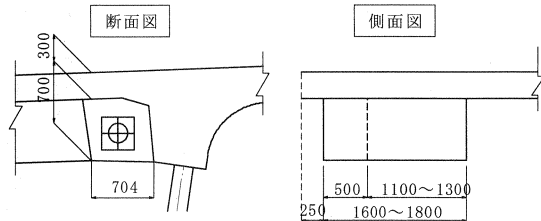


図-3 定着突起形状図

②定着面とコンクリートウェブ、上床版との界面の引張応力

外ケーブルの緊張により、定着突起にはコンクリートウェブおよび上床版から剥れようとする変形が生じる。この変形により局部的ではあるが最大 5.2N/mm^2 の引張応力が発生した(図-5の B)。これに対しては D22@125 の補強鉄筋を配置した。

③定着突起付近の波形鋼板応力

外ケーブルを緊張することによって波形鋼板にも変形が生じる。波形鋼板とフランジプレートの溶接部の設計において波形鋼板のフランジ近傍に発生した局部応力 (15.5N/mm^2) を考慮した。

④上床版の局部引張応力
定着突起終端側の上床

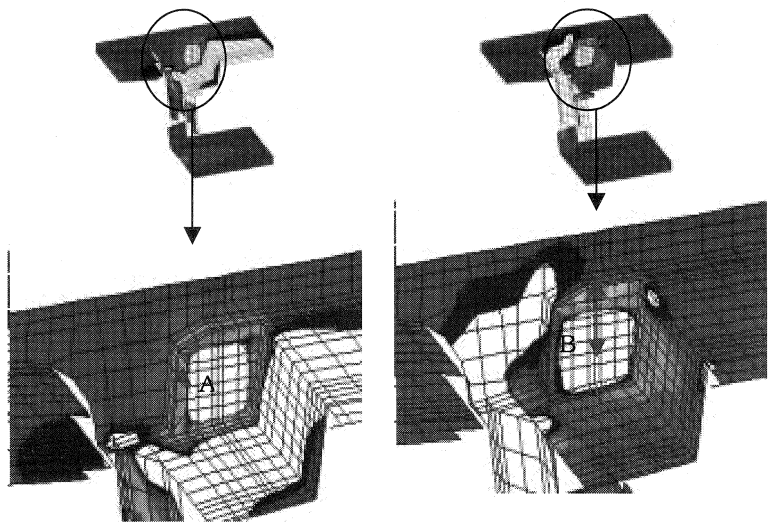


図-4 定着突起 FEM 解析①

図-5 定着突起 FEM 解析②

版橋軸直角方向に発生する引張応力 ($1.17\text{N}/\text{mm}^2$) に対して床版横締め PC 鋼材を補強した。床版横締め PC 鋼材は一般部の 625mm ピッチに対して定着突起上は 500mm ピッチで配置することで対応した。

3.2 柱頭部の設計

波形鋼板と柱頭部横桁との接合方法は、橋脚が鋼管・コンクリート複合構造であることから、柱頭部に埋め込まれる鋼管を考慮しアングルジベル接合 (L100×100) とした (写真-2)。

配置鉄筋に関しては、レベル2地震時の非線形動的解析結果から高強度鉄筋 (SD490) を使用することとし、鉄筋の最大径は D32 (機械継ぎ手) とした。また、柱頭部においてはラーメン構造であるため、下床版橋軸方向鉄筋は鋼管と交錯することになる。このため、鋼管に開口部を設け、鉄筋を鋼管内に貫通する構造とした (図-6)。

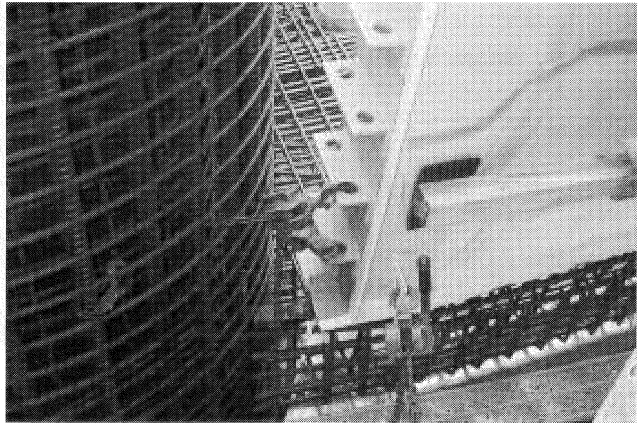


写真-2 柱頭部接合部

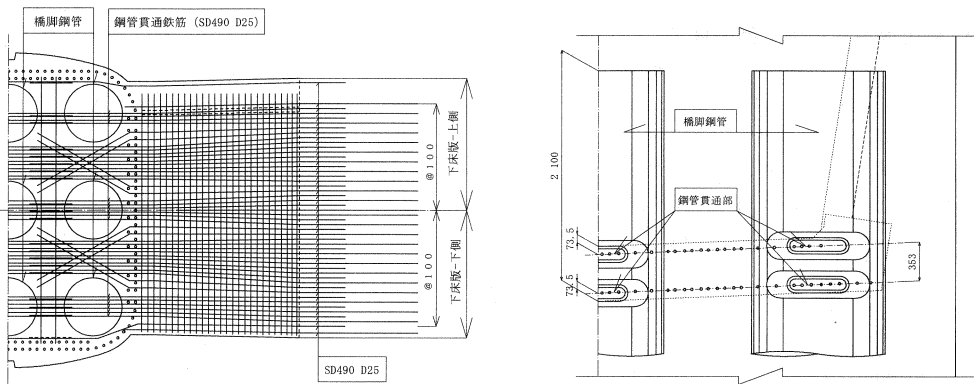


図-6 柱頭部ラーメン接合部

3.3 最大張出し架設時における波形鋼板の検討

波形鋼板ウェブ橋ではウェブのせん断剛性がコンクリート床版に比べて小さいため、柱頭部などのせん断応力が急変する部位では、波形鋼板のせん断変形をコンクリート床版が拘束することによって、上床版に付加的な曲げ応力が発生する。そのため FEM 解析により、柱頭部上縁引張応力度が最大となる最大張出し架設時における付加曲げ応力度の検討を行った。解析の結果、柱頭部横桁付け根から裏打ちコンクリート端部付近の上床版中スラブに波形鋼板のせん断変形に起因する引張応力が発生した。裏打ちコンクリート部は波形鋼板よりせん断剛性が大きいので、付加曲げ応力が裏打ちコンクリート端部付近に発生したものと考えられる。

この結果から、架設時曲げ応力度の許容値 ($2.5\text{N}/\text{mm}^2$) を満足するように架設時に補強 PC 鋼棒 $\phi 32\text{mm}$ を配置した。補強量は P 2 柱頭部には 2 本、P 3 柱頭部には 6 本とした。

4. 芦川第一橋 (仮称) の施工

4.1 定着部横梁のユニット化

本橋は全外ケーブル方式によって張出し架設を行うため、各施工ブロックに定着突起を設けることとなる。定着突起間の横梁は架設ケーブルの偏向部でもあり、補強鉄筋や偏向管が複雑に配置されているため、サイクル施工においては非常に施工手間を要する部材である。本橋ではサイクル施工の省力化を図るため、定着突起間横梁をユニット化することとした。横梁部分の型枠、鉄筋および偏向管を作業ヤードで地組しておき、上床版型枠セット後に横梁ユニットをクレーンおよび波形鋼板架設用のホイストにより運搬し上床版型枠上にセットする。この横梁をユニット化したことにより、施工の省力化と偏向部の施工精度の向上を図ることができた。

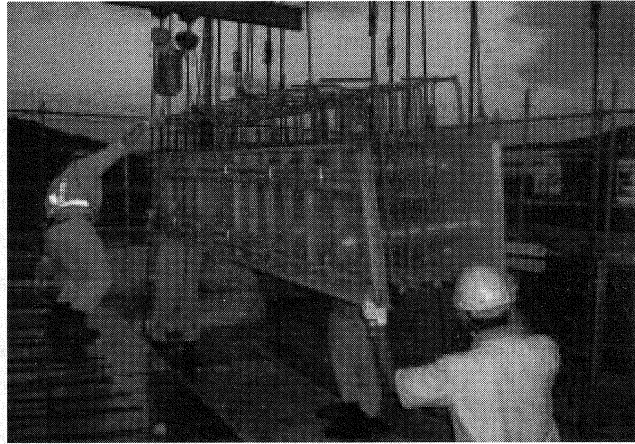


写真-3 横梁ユニットの架設状況

4.2 A1側径間吊り支保工部の施工

急峻な斜面上での施工となるA1側径間は、比較的長い施工区間(11.65m)を吊り支保工によって施工する必要があった。また、P1橋脚からの張出し施工は片側12ブロックと長く、吊り支保工区間も長いいため、施工に先立ち以下の点が懸念された。

- ① 張出し先端の総上げ越し量は約150mmと非常に大きな値となり、張出し先端部と側径間施工部の打継ぎ部は波形鋼板の拘束による折れが生じる可能性があること。
- ② 側径間のコンクリート打設前に波形鋼板をセットし溶接すると、コンクリート打設時の荷重によって波形鋼板および溶接部に変形による付加応力が生じること。

これらの懸念事項に対し、本橋では側径間の吊り支保工施工を2ブロックに分割し、波形鋼板の溶接は1ブロック打設完了後に行うこととした。

なお、第1ブロックの施工はA1桁端部から8.65m、第2ブロックは残り3.0mとした。この結果、主桁の変位は計画どおりの挙動を示し、2ブロック施工前の残留上げ越し量は約5mmとなった。

5. おわりに

本橋は平成17年6月に橋体工を完了した。最後に、本報告が今後の同種橋梁工事の参考になれば幸いである。

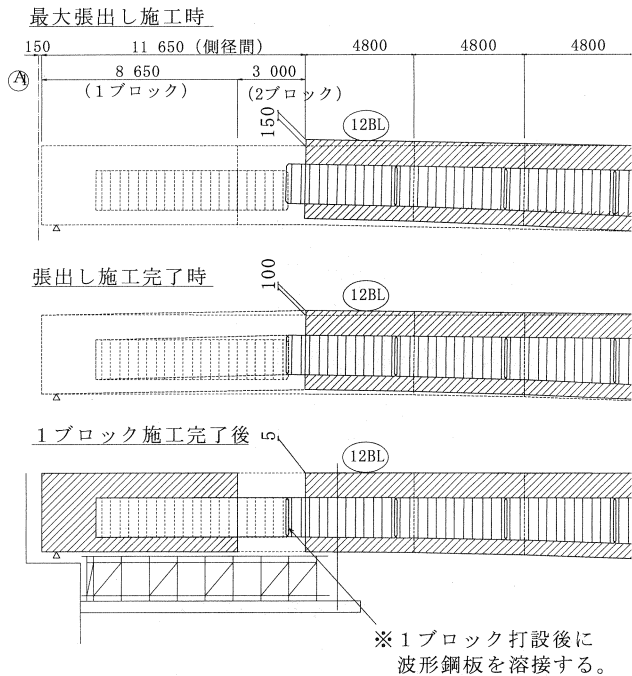


図-7 側径間残留上げ越し量図