

小野橋の施工

(株) ピーエス三菱 ○堀内 達斗
 東日本高速道路(株) 野田 豊
 東日本高速道路(株) 高久 英彰
 (株) ピーエス三菱 松下 朗

1. はじめに

本橋梁は首都圏中央連絡自動車道の千葉県東金市小野地区に位置する橋梁である。本工事は、東日本高速道路(株)において初めてとなる「標準案を伴わない設計・施工一括発注方式」の試行対象工事として発注された工事である。

発注時に東日本高速道路(株)から示された条件は、施工区間(延長 260m)を橋梁、土工により設計するものであり、制約条件は、次の 2 点である。①農業用調整池のノーマルウォーターレベル(N.W.L)内には橋脚、橋台、支保工を設置できない。②(独)水資源機構が管理する房総導水路へ影響を与えない(図・2 参照)。そのため、本橋は農業用調整池上を 100mの支間を確保しつつ、房総導水路へ影響を与えない構造が求められた。

検討の結果、上部構造に PRC3 径間連続波形鋼板ウェブラーメン箱桁橋を採用し、これにより当該地区の農業用調整池および横断する房総導水路への影響のない構造を実現している。

本報告は、日本でも有数の張出し架設長を有する本橋梁の設計方針、施工方法や、その省力化対策、房総導水路に与える影響の低減対策を報告するものである。

2. 橋梁概要

橋梁概要を下記に、主桁断面を図-1、橋梁一般図を図-2 に示す。

・上部工

構造形式：PRC 3 径間連続波形鋼板ウェブラーメン箱桁橋

橋長：260m、支間：113.75m+117.00m+26.75m

有効幅員：10.500

斜角：90°

・下部工構造形式：柱式橋脚、逆 T 式橋台

基礎工構造形式：ケーソン基礎、場所打ち杭基礎

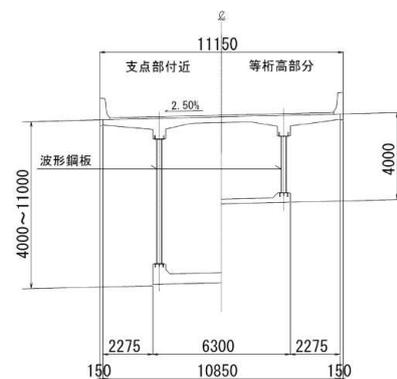


図-1 主桁断面

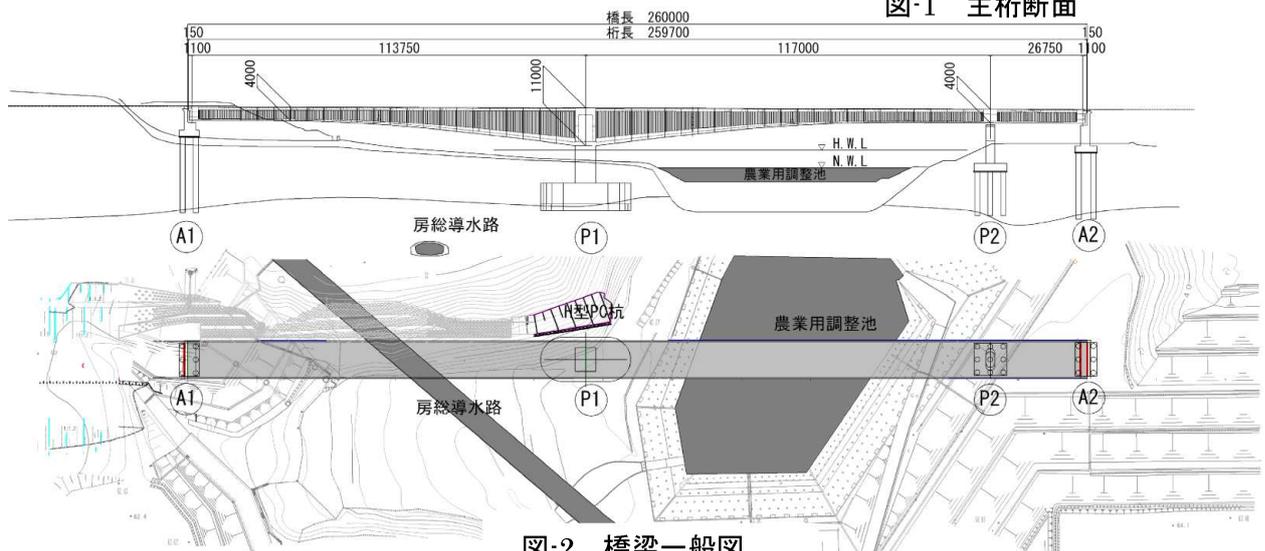


図-2 橋梁一般図

3.設計

(1)構造形式の選定

今回の設計・施工区間では、提示された設計条件を満足すれば、260m 区間において橋梁部、土工部の計画も提案項目の1つであった。コスト的には調整池の両側までを土工部とし、調整池の間を橋梁にすれば最も経済的であるが、土工部の房総導水路に与える影響や調整池を1径間でつなぐ橋梁形式の選定によってはコスト高になる可能性もあった。よって、架設時も完成後も直接導水路に影響を及ぼさない張出し架設工法により、全区間を橋梁とし、3径間連続ラーメン橋を採用した。P1橋脚の位置は、アンバランスモーメント及び導水路への影響を最小にするため安全に施工が出来る範囲でなるべく調整池側に近づけた。P2橋脚に関しては、クリープ、乾燥収縮、温度変化の影響等を考慮し、支承を配置した連続構造とした。主桁断面は、P1の下部工をコンパクトにし、導水路に対する影響を極力小さくするため、波形鋼板ウェブを用いた複合箱桁断面を採用し、コンクリートウェブ橋と比較して自重が73%の軽減となった。

(2)主ケーブル配置

通常、張出し架設工法を採用した波形ウェブ箱桁橋では、架設時は上床版に配置されている内ケーブルで対応し、構造系が完成した後、外ケーブルを緊張する機会が多い。しかし、本橋梁では、張出し架設長が100m程度となるため、ブロック毎ごとに定着する内ケーブルを上床版内に全て配置することが不可能となることから、外ケーブルも配置し対応した。主桁断面形状は、上床版部に外ケーブルの定着部を設置する必要があるため、主桁ハンチ部を打ち下げ外ケーブル定着部を設ける形状とした。

使用した主方向のPC鋼材は、内ケーブルはSWPR7BL 12S15.2、外ケーブルはSWPR7BL 19S15.2であり、上床版、波形鋼板ウェブに過度な力が作用しないよう1ウェブに対し架設内ケーブルは2箇所、架設外ケーブルは1箇所までの定着を上限とした。(図-3)

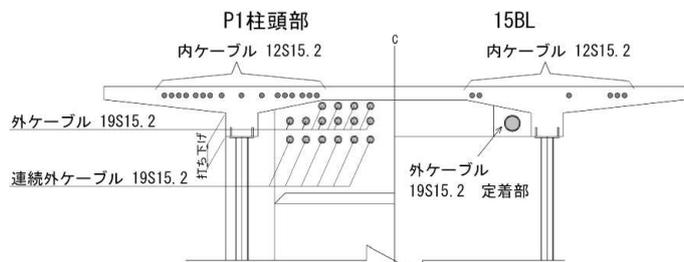


図-3 主ケーブル配置図

(3)高強度コンクリートの使用

P1の下床版厚は、最大張出し時の曲げ圧縮応力度で決定している。通常の張出し架設で使用されている $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$ のコンクリートを使用すると1200mmとなるため、自重の軽減を目的として、高強度($\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$)コンクリートを使用した。その結果、下床版厚を950mmまで薄くすることが可能となった。

(4)下部工構造形式の決定

P1の下部構造の基礎形式は、房総導水路に影響を及ぼさないよう、できるだけ小さくすることが望まれたことや、地下水位が高い条件での施工性も考慮して圧入オープンケーソン基礎とした。施工ステップ図、施工状況写真を以下に示す(図-4、写真-1)。

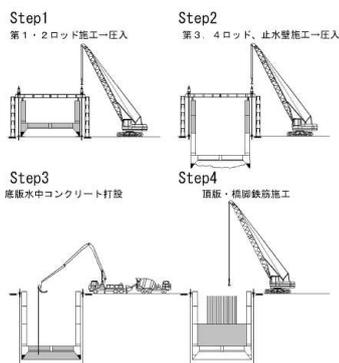


図-4 下部ステップ図



写真-1 基礎工施工状況

なお、導水路に及ぼす影響に関しては、3次元 FEM 解析 (図-5) により地盤応力度、導水路周辺の変位量を算出し確認をおこなった。その結果、地盤応力度の増加は $2.5 \times 10^{-5} \text{N/mm}^2$ 、変位量は 2~3mm 程度であり導水路の機能的には問題ないことを確認した。

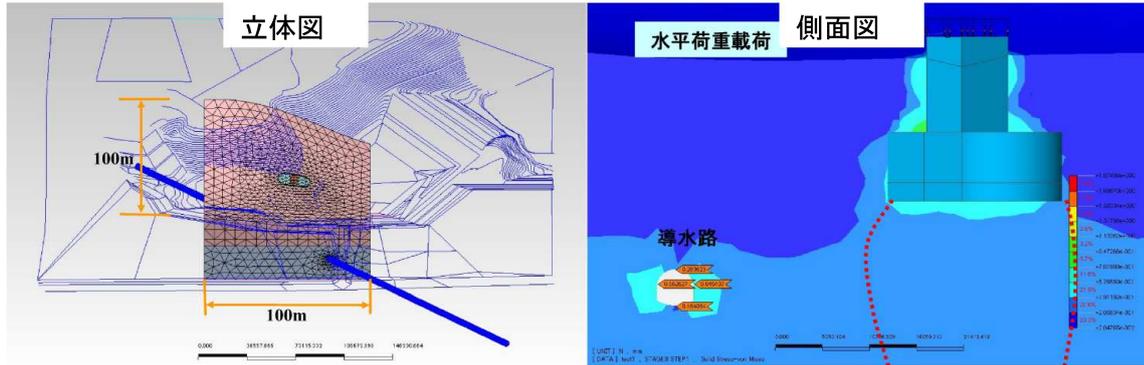


図-5 房総導水路周辺の FEM 解析

4.上部工施工

(1)架設工法

本橋梁は、張出し長さが長く施工ブロックが多い。そのため、工期の短縮・省力化を目的として波形鋼板に荷重負担させて複数ブロックを同時架設できる工法を採用した。

この工法は、波形鋼板ウェブのフランジ部分を添接板で連続化させることで剛性を確保し、先行架設した波形鋼板ウェブに架設時荷重を負担させる工法である。これにより、架設機の軽量化が図られ大型ワグゲン (350t.m 最大ブロック長 4.8m) 比で重量が 85%となった。

また架設荷重を波形鋼板ウェブに負担させるため全てのブロックを 4.8m とすることが可能であり、従来型のワグゲンよりも 4 ブロック削減し、1 サイクルの工程も 1.5 日短縮できることで工程短縮にも有効であった。従来工法との架設機の構造比較を図-6 に 1 サイクルの概要を図-7 に、従来工法との工程比較を図-8 に示す。

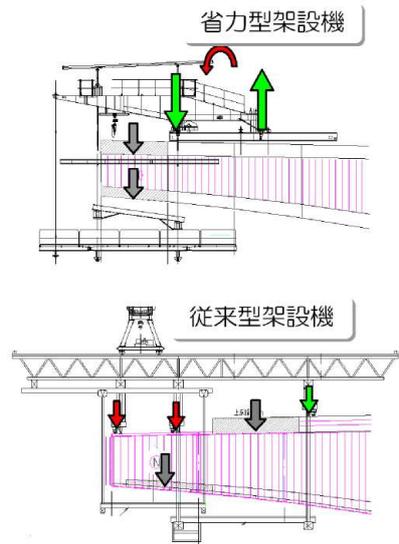


図-6 架設機構造概要比較

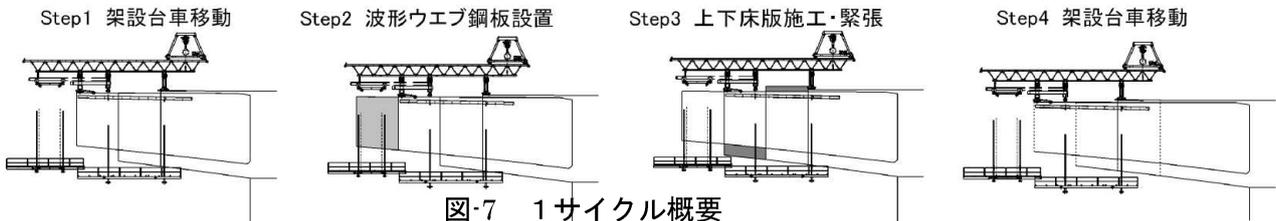


図-7 1 サイクル概要

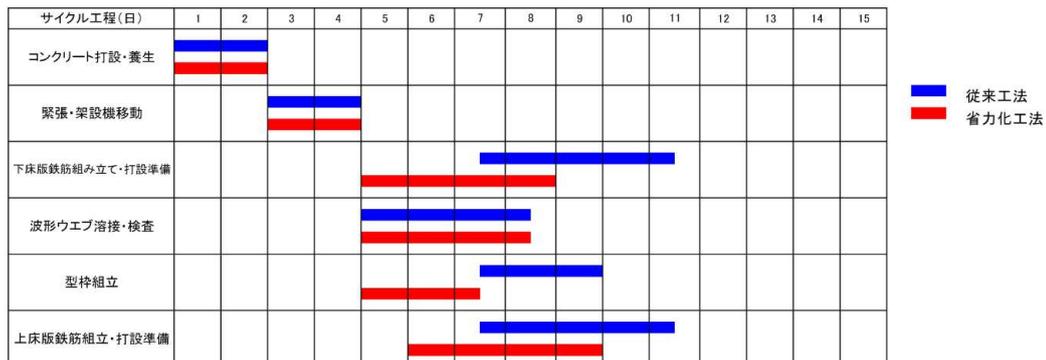


図-8 工程比較

(2) 施工ステップ

柱頭部は、橋脚高も低く、橋軸方向に 26m あるケーソン頂版部天端を利用した固定支保工による施工とした。これによって柱頭部施工長 26m が可能となり、張出しブロック数の削減に有効であった。なお、P2～A2 間は固定支保工による施工とした。上部工の施工ステップを図-9 に示す

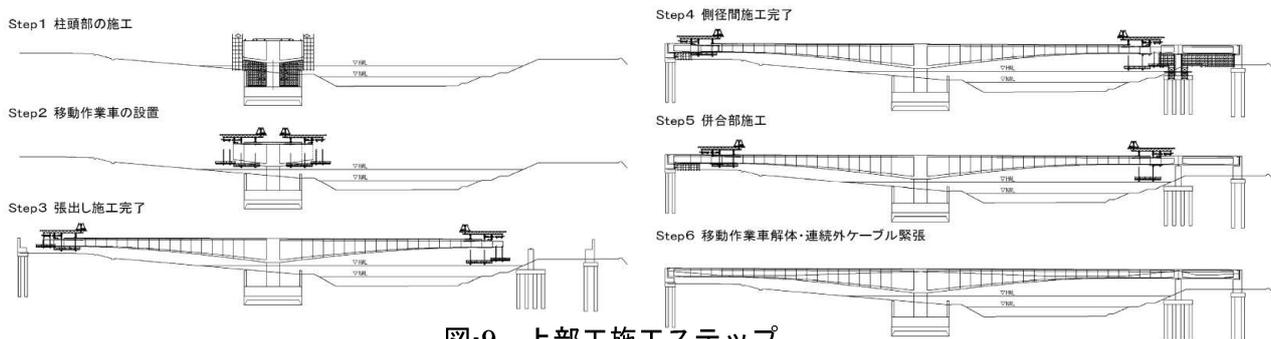


図-9 上部工施工ステップ

(3) たわみ量

波形鋼板ウェブ橋は、ウェブのせん断剛性がコンクリートウェブ橋よりも小さいため、主桁のせん断変形を無視できない場合がある。特に、等桁高の場合には、桁高変化がある場合よりもせん断変形が大きくなる傾向があるため、桁高変化が小さくなる最終張出し部分の、せん断変形による変形量の増加が懸念された。

そのため、せん断変形を考慮した梁モデルと考慮しないモデルでたわみ量の比較をおこなった。その結果、通常のせん断変形を考慮しないモデルでの、先端張出し部でのたわみ量は 153mm、せん断変形を考慮したモデルでは、163mm となった。最大張出し時のせん断変形による増加分は 10mm 程度であった。

なお、最大張り出し状態を FEM 解析でモデル化し (図-10)、自重のみによる変位量を確認した。その結果、せん断変形を考慮しない梁モデルの変位と FEM 解析値とはほぼ同値であり、せん断変形の影響は小さいことが確認された。

現在、施工と設計値との差は生じていないが、今後も正確なデータ収集に努め、差異が生じた場合は即座に修正計画を立て対応していく方針としている。

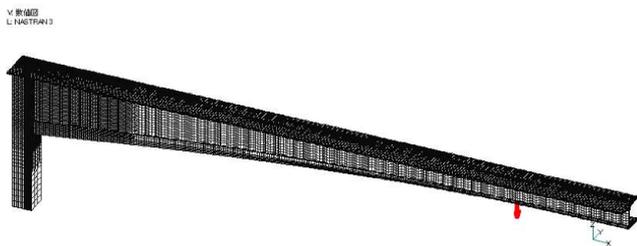


図-10 最大張出し状態 FEM モデル



写-2 上部工施工状況 H21.4.28

5. あとがき

本工事は5月時点で5ブロック目を施工し、進捗率は約 60%である (写真-2)。実際のたわみと計算値の比較については、今後のデータも整理して次の機会に報告したい。

最後に、当該工事の設計・施工にあたり、ご助言、ご協力頂いた各関係各位に厚く感謝の意を表すとともに、本報告が、今後の同種工事の参考となれば幸いです。