

磐越自動車道 上好間川橋 (PC 上部工) 工事の設計・施工
 - 波形鋼板ウェブ+コンクリートウェブ箱桁橋 -

川田建設株式会社 ○正会員 島多 弘毅
 川田建設株式会社 正会員 今井 平佳
 東日本高速道路株式会社 横山 貴士
 株式会社近代設計 木賀 茂美

1. はじめに

本工事は、磐越自動車道 いわき三和 IC からいわき JCT 間で行われている、4 車線化拡幅工事の中の橋梁上部工工事である。工事箇所を図-1 に示す。

本橋梁の構造形式は、PC2 径間連続 T 形ラーメン箱桁橋であるが、スパン割りが左右非対称となっている。そのため、非対称な T 形ラーメン橋の長スパンを波形鋼板ウェブ、短スパンをコンクリートウェブとすることで不等スパンのバランスを保っている橋梁である。

この不等スパンを有する T 形ラーメン橋の設計と施工について特徴的なことを報告する。



図-1 工事箇所

2. 橋梁概要

以下に橋梁概要を示す。(図-2, 図-3)

- 工事名：磐越自動車道 上好間川橋 (PC 上部工) 工事
- 発注者：東日本高速道路 (株) 東北支社いわき工事事務所
- 工事場所：福島県いわき市好間町大字大利
- 工事期間：自) 平成 17 年 3 月 30 日
 至) 平成 20 年 7 月 16 日
- 構造形式：PC2 径間連続ラーメン箱桁橋
 (波形鋼板ウェブ+コンクリートウェブ)
- 橋長：155.500m
- 支間長：92.100m+61.600m
- 有効幅員：8.955m
- 施工方法：張出し架設工法

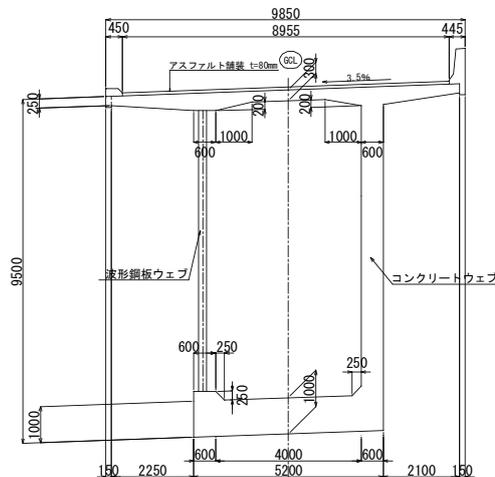


図-2 断面図

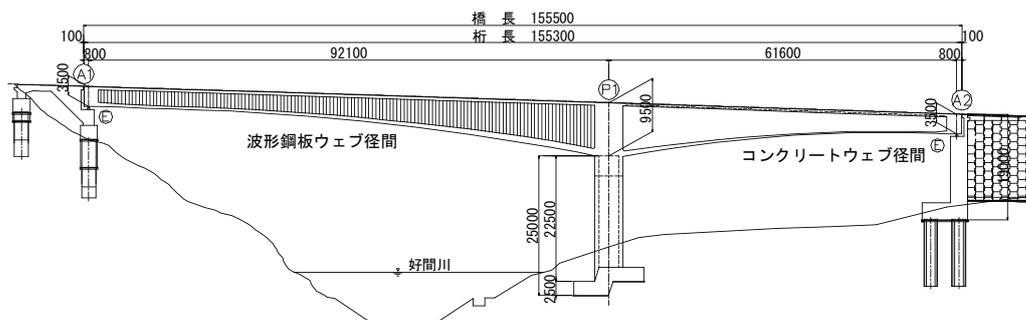


図-3 側面図

3. 設 計

3. 1 不等スパン構造

本橋梁は、第1径間 92.1m+第2径間 61.6m（スパン比 1.5 : 1.0）の非対称 T 形ラーメン橋である。不等スパンであることにより、以下の問題点が考えられた。

- ① 施工時および完成時に、P1 橋脚に大きなアンバランスモーメントが発生する。また、ラーメン構造であるため、施工時のアンバランスモーメントが完成時に残る。
- ② 第1径間は、A2 側径間閉合後に片張出し施工を行う必要があるため、アンバランスによる負反力が A2 支点部に生じる。
- ③ 第1径間は 92.1m と長スパンであるため、最大張出し時に中間支点の負の曲げモーメントが卓越する。そのため、第2径間についても負の曲げモーメントによる下縁圧縮力が発生する。

上記に挙げた、不等スパンの問題点を解消するために、以下の対策を実施した。

①アンバランスモーメントの発生に対しては、第1径間を波形鋼板ウェブ、第2径間をコンクリートウェブ構造とすることで、スパン比による死荷重バランスを改善した。波形ウェブ断面とコンクリートウェブ断面の単位長さ当たりの重量比率は、1.0 : 1.5 程度（桁高 3.5m~9.5m で比較）となり、本橋梁の死荷重比率は、左右径間で同等にすることができた。また、基本設計では第2径間施工が固定支保工となっていたが、詳細設計においては、施工時のアンバランスモーメントを低減するために、移動作業車をカウンターウェイトとして利用する張出し架設工法を適用した。図-4 に施工ステップ図を示す。

②A2 支点部の負反力に対しては、A2 側径間施工時には移動作業車をカウンターウェイトとして張出し先端に載荷し、A2 支点部に反力を与えた（STEP-2）。さらに、A2 側径間閉合後は、第2径間の移動作業車をカウンターウェイトとして支間中央に設置することにより、第1径間片張出し施工時の A2 支点負反力の発生を解消した（STEP-3, STEP-4）。

③第1径間最大張出し時に発生する負の曲げモーメントに対しては、支点桁高を 8.0m から 9.5m にすることにより PC 鋼材偏心量を大きくとり、架設 PC 鋼材本数を 56 本から 40 本に削減することができた。また、第2径間中央にカウンターウェイトとして移動作業車を載荷し、第2径間に発生する負の曲げモーメントを低減した（STEP3, STEP4）。

3. 2 施工ステップによるアンバランス

不等スパンによるアンバランスモーメントと A2 支点に発生する負反力は、施工方法、施工ステップにより大きく値が異なる。仮に、第1径間片張出し施工区間を長くした場合には、片張出し施工時のアンバランスモーメントが大きくなるとともに、A2 支点部の負反力も大きくなる傾向であった。

以上より、橋脚のアンバランスモーメントと A2 支点部の負反力の発生を抑える施工方法を検討した。

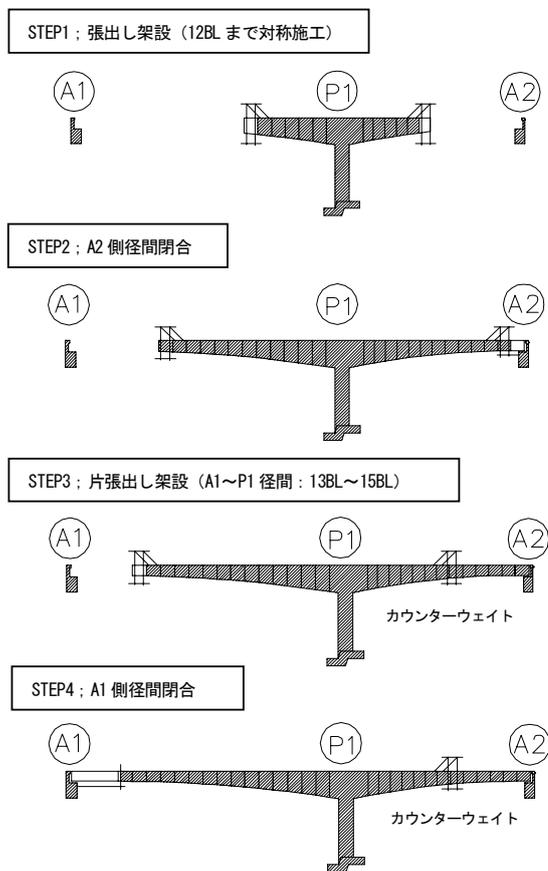


図-4 施工ステップ図

第一に、大きなアンバランスモーメントの発生を抑えるために、片張出し施工区間をできるだけ短くする必要があった。

その結果、両側張出し施工ブロック数を12BLとし、片張出し施工ブロック数を3BLとした。さらに、STEP-1に示すようにA2側(時計回り)へ曲げモーメントを発生させることによって、以降施工STEPで発生するA1側(反時計回り)のアンバランスモーメントを低減した。

第二に、施工途中に発生するA2支点部の負反力について検討した。

負反力対策として、第2径間中央にカウンターウェイトを載荷し、A2支点部には仮設PC鋼棒による仮固定を行い負反力の発生を制御した。

その結果、A2支点部の反力は、STEP-3では240kN、STEP-4では負反力-35kNとなり、構造完成時には856kNとなった。図-5に各ステップの断面力、図-7に張出し施工ブロック図を示す。

3.3 施工の省力化

本工事は、前述のように両径間張出し架設工法を適用した。張出し施工12BLまでは左右同時施工のため、架設PC鋼材を施工ブロック小口で定着している。また、非対称施工である第1径間片張出し施工(13~15BL)の架設PC鋼材は、P1柱頭部横桁にて定着した。

上記の定着位置により、第2径間施工ブロック内に架設PC鋼材定着突起を設ける必要がなくなり、張出し施工時のサイクル工程の短縮化を図った。

一方、連続外ケーブルには、高密度ポリエチレンで一括被覆されたプレファブケーブル(アンボンドマルチケーブル)を使用した。(図-6)

プレファブケーブルの使用により、外ケーブル挿入の省力化と、施工工程の削減を図った。

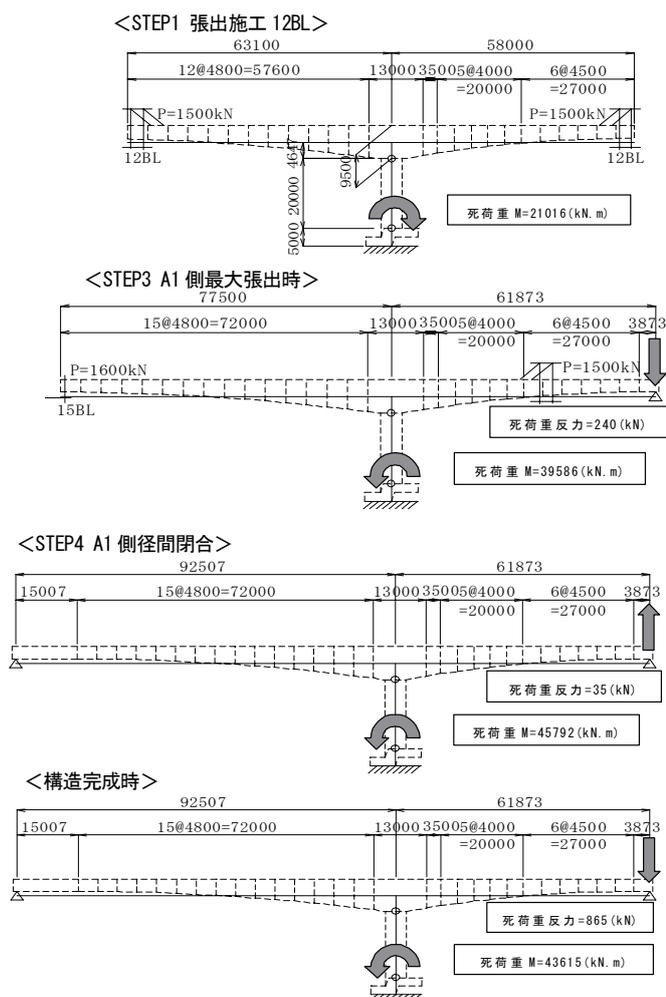


図-5 STEP断面力



図-6 プレファブケーブル

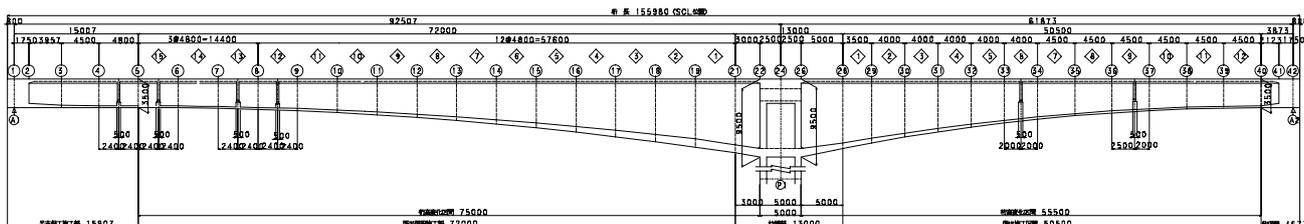


図-7 張出し施工ブロック図

4. 施工

4. 1 大型移動作業車の使用

本工事では、第1径間の全張出し施工ブロック長を4.8mとするため、大型移動作業車（400t・m）を使用した。

4車線化拡幅工事のため、本橋梁と一期線の遊間は50mmであった。移動作業車が一期線側へ干渉することを防ぐため、横梁配置を左右非対称とした。図-8に移動作業車断面図を示す。

4. 2 グラウト工の品質管理

本工事では、グラウトの充填を確認するために、以下の管理方法を行った。

グラウト施工時には、チャート式流量計を用いて、グラウトの注入量、注入圧力の管理を行った。また、シースに内部センサー（MSセンサー）を設置し、注入時のグラウト充填確認を行った。グラウト硬化後には、広帯域超音波法にて橋面からの非破壊検査を実施し、グラウトの完全充填を確認した。

4. 3 A1側径間施工時のたわみ管理

本橋梁は、第1径間が92.1mと長く、張出し施工長は77.5mとなる。A1側径間は吊り支保工施工であり、A1側径間コンクリート打設時に生じる張出しブロック先端のたわみ挙動は94mmであった。そのため、コンクリート打設時のたわみ挙動により、設置されている波形鋼板ウェブに有害な曲げ応力が作用することが懸念された。

上記の対策として、移動作業車をカウンターウェイトとして載荷し、各施工段階に合わせて後退させることにより、張出しブロック先端のたわみ量を調整した。吊り支保工設置時、波形鋼板ウェブ設置時、コンクリート打設時の各段階のたわみ挙動を、移動作業車によるたわみによって相殺し、張出しブロック先端の標高値を一定に保ち、たわみ管理を行った。

5. おわりに

本工事は、不等スパンであるため、波形鋼板ウェブとコンクリートウェブという異なる断面で構成される特殊な橋梁である。

不等スパンにより発生する各施工ステップの応力状態を掌握することが最大の課題であり、その結果から、断面形状や施工方法を練り上げ、より合理的な構造とすることができる。

今回採用した施工方法では、張出し架設工法の利点を最大限に活用し、アンバランスモーメントの低減を行った。一方、施工においても、張出しブロック数の削減とサイクル工程の短縮により、基本設計に対して2.5ヵ月の主桁製作工程の短縮を行うことができた。

上好間川橋は、平成20年2月に橋体工が完成した。本工事において多大なご指導を頂いた関係各位に感謝する次第である。



写真-1 張出施工

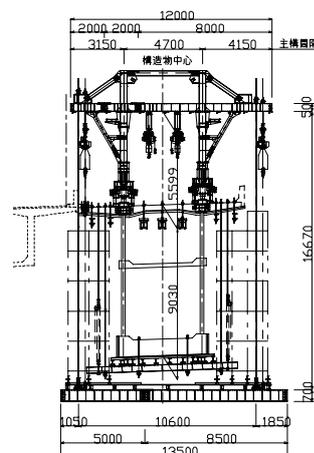


図-8 移動作業車断面図



写真-2 全景（側面）



写真-3 全景