

兵道高架橋の設計・施工

(株)ピーエス三菱・興和コンクリート(株) JV

○堀内 達斗

日本道路公団 東京建設局 水戸工事事務所

亀井 伸二

日本道路公団 東京建設局 建設第一部 構造技術課

築山 有二

日本道路公団 東京建設局 建設第一部 構造技術課

田中 伊純

1. はじめに

兵道高架橋は北関東自動車道の茨城県笠間市福原に位置する高架橋である。高速道路では国内初の U 型断面をもつ PC 合成床版橋である。U 型断面は I 桁断面に対し断面性能上有利であるが、セグメント重量が重くなり運搬・架設の制約を受ける。兵道高架橋では全外ケーブルにすることで部材の軽量化が可能となり、また、側道等があり架設時にクレーンが近づくことが可能な現地状況であった。そのため U 型断面の採用となった。

本橋の特徴を以下に示す。

- ① U 型断面をもつ PC 合成床版橋である。
- ② プレキャストセグメント工法で、全外ケーブル方式を採用している。
- ③ 10 径間連結桁で中間支点部は RC 連結構造を採用している。
- ④ 場所打ち床版の施工には型枠兼用のプレキャスト PC 板を用いて PC 合成床版としている。
- ⑤ 架設方法はガーダー上でセグメントを並べ、引き寄せ緊張をおこない。横取り装置で横取りをして架設を行う。

2. 兵道高架橋の概要

- ・ 工事名 北関東自動車道 兵道高架橋 (PC 上部工) 工事
- ・ 発注者 日本道路公団 東京建設局 水戸工事事務所
- ・ 施工者 (株)ピーエス三菱・興和コンクリート(株)共同企業体
- ・ 工事場所 茨城県笠間市福原 ・ 工期 H14. 9. 3~H16. 8. 22 (24ヶ月)
- ・ 橋長 上り線 313. 3m ・ 支間 上り線 3@31. 5m+36. 5m+4@31. 5m+2@36. 25m
下り線 318. 3m 下り線 3@31. 5m+36. 5m+4@31. 5m+2@29. 75m
- ・ 線形 平面線形 R=4000 縦断勾配 i=3. 0% 横断勾配 i=2. 5%

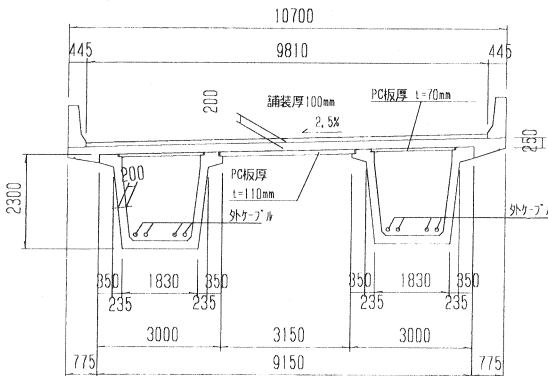


図-1 標準部断面図

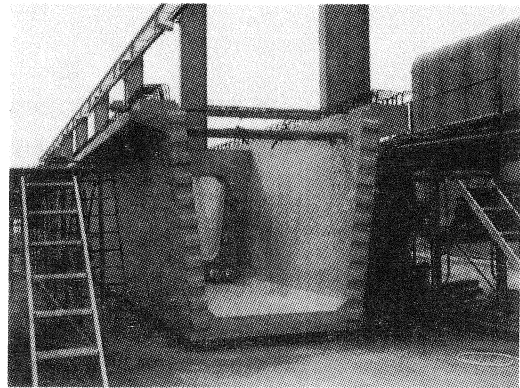


写真-1 主桁セグメント

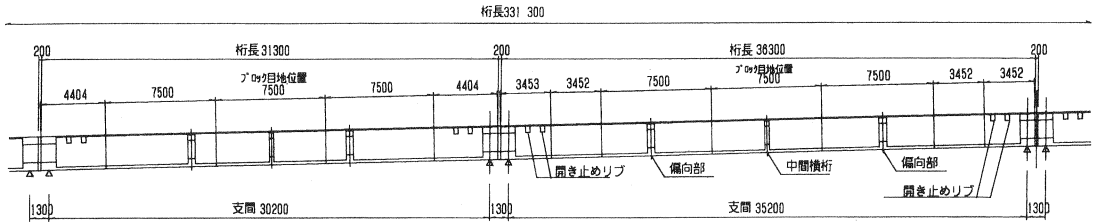


図-2 側面図

3. 設計

a 主桁の設計

・U型断面 PC 合成桁の特徴

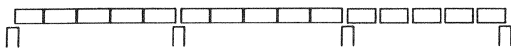
U型断面は、従来のI型断面と比較し断面性能が大きいという特徴を有し、下フランジが広いことから架設時の安定性がある。また、桁内に外ケーブルを配置できスペースがあり大容量のPC鋼材も使用可能であるといった特徴がある。

従来のI型断面の場合は内ケーブルになると考えられる。内ケーブルではプレグラウトケーブルの桁内後挿入となり施工的に問題があるため、PC鋼材の点検が容易にもなる全外ケーブルとなった。

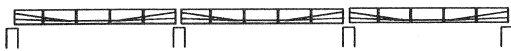
・施工ステップ及び解析方法

施工ステップ

①プレキャスト桁をガーダー上に設置



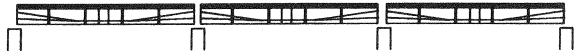
②外ケーブルの緊張および、横取り架設



③中間横桁の施工



④プレキャストPC板の敷設



⑤場所打ち床版の施工



⑥連結部の施工

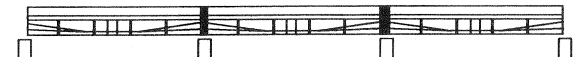


図-3

断面力解析方法は、連結前は単純桁での棒理論解析、連結後の活荷重・橋面は格子解析、構造系変化による不静定力等は連続桁の棒理論解析を用い算出した。

- ・自重の低減のためウェブ厚は施工可能な限り薄くした。その結果、鉄筋のかぶり・パイプレーターの挿入スペースの確保を考慮した結果今回は200mmとした。また、コンクリートの設計基準強度は50N/mm²とした。
- ・セグメント割りは製作工場より一般道の運搬を考え30tを超えないよう留意した結果、支間31.5mでは5セグメント、支間36.5mでは7セグメントとなった。また、接合に関してはコンクリート製のせん断キーを用いた。
- ・主ケーブルは19S15.2を使用し、1主桁断面当り支間31.5mでは4本、支間36.5mでは6本となった。外ケーブルの防錆方法は透明シース+セメントグラウト方式とした。
- ・定着部、偏向部付近は応力が集中するためFEM解析を行った。その結果、ウェブが開く挙動を示

し、緊張時に定着部付近の支点横桁背面やウェブと下床版の付け根に $10 \sim 4N/mm^2$ 程度の引張応力が発生した。そのため、その対処方法として、その近傍に断面形状 $500mm \times 300mm$ のコンクリートリブを設置し、開き止め防止を行った。

b 横方向の設計

合成床版の PC 板は、桁内の PC 板は板厚=70mm、PC 鋼材=SWPD 3 ϕ 2.9。主桁間では板厚=110mm、PC 鋼材=SWPR7B 7 ϕ 9.5。場所打ち床版部は厚さ=200mmとした。

床版支間のとり方および曲げモーメントの算定は道示 III 7 章にしたがった。PC 合成床版では構造系の変化により不静定力が発生するが、実験等により影響が小さいことが解っているため、考慮はしなかった。

4. 施工

部材製作にあたっては主桁セグメントと PC 板を工場製作することで現場施工の省力化、工期の短縮及び作業環境の改善を図った。

・主桁製作

また主桁部材は以下の工夫も行いさらなる省力化につとめた。

- ・ロングラインでセグメントを製作した。
- ・鉄筋組立はプレハブ化を行った。
- ・高流動コンクリートの使用した。また、使用にあたっては実物大の打設試験を行い施工性、品質等確認を行っている。

・架設手順

- ①プレキャストセグメントをトラッククレーンにてガーダー上に配置
- ②接着材塗布後、引寄せ治具にてセグメントを引寄せ
- ③透明シース組み立て、およびケーブルの挿入
- ④緊張
- ⑤横取り装置にて横取り、および所定の位置への架設

・吊り具

セグメント吊り上げに関しては部材が薄く、斜ウェブであるため、吊り具等埋め込むスペースをとるのが難しかったため、図-4 のように桁の張出し部に引っかけてつり上げる治具を製作した。また、サポート+締め付け鋼材にてウェブの変形をおさえている。

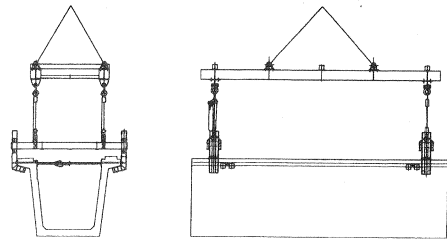


図-4

・架設方法

当初ベント架設を想定していたが、今回の現場ではブロック引寄せ時の施工性、安全性を考慮した結果、図-5 のようなガーダーを使った架設とした。

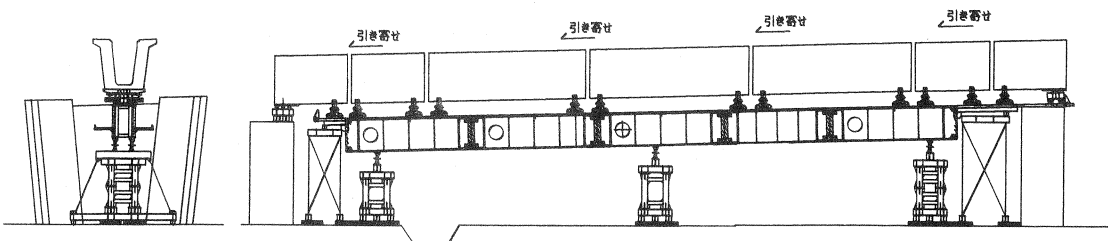


図-5 セグメント引寄せ時概略図

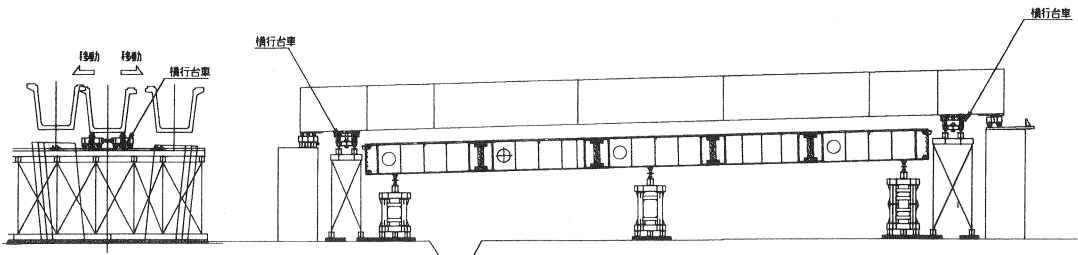


図-6 主桁横取り時概略図

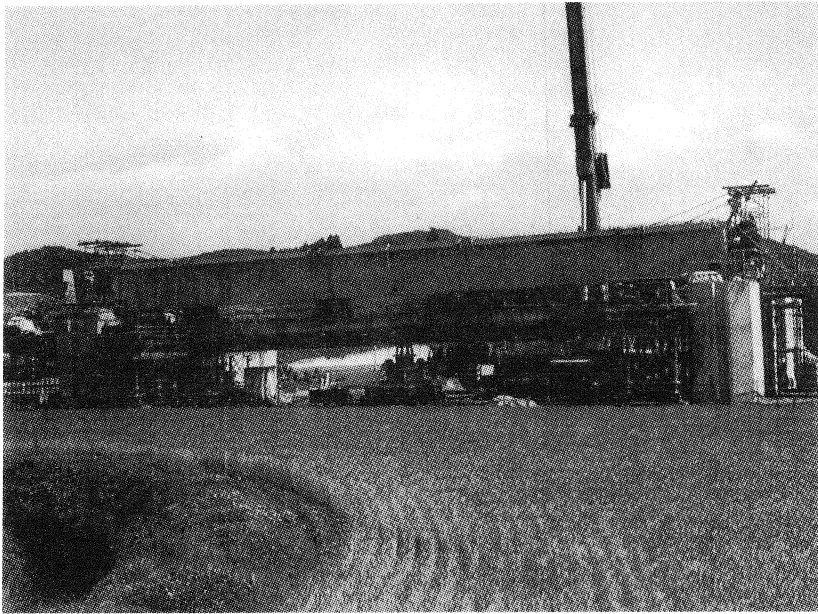


写真-2 架設状況

5. おわりに

今回は、U型断面PC合成床版橋の設計・施工の概要について述べてきた。

U型断面PC合成床版橋は適用支間が30m～60mの中規模橋梁に対応できる構造であり、今後はさらなる長支間化が考えられます。また、内ケーブルと連続外ケーブルの併用で、中間支点をPC連結方式にする ことで中間支点での支承数を減らすなどさらなる経済的な設計等も考えらる。

現在、現場では主桁架設をおこなっている状況である。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と考える。

6. 参考文献

- | | |
|----------------------------------|---------------------|
| 1) PC橋の耐久性向上に関する設計・施工マニュアル | (財) 高速道路技術センター |
| 2) コンクリート橋の設計施工の省力化に関する共同研究報告書II | 建設省土木研究所 |
| 3) PC合成げた橋(PC合成床版タイプ)設計・施工マニュアル | プレストレスト・コンクリート建設業協会 |