

PCU コンクリート橋の設計・施工 ―兵道高架橋―

東京土木支店	PC 事業部	松浦和夫
東京土木支店	PC 事業部	佐藤幸一
東京土木支店	PC 事業部	白田 清
東京土木支店	PC 事業部	堀内達斗

概要: 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。本橋の一番の構造的特徴は、U 形断面をもつ PC 合成床版橋である。その他には主桁のプレキャストセグメント化、全外ケーブル方式を採用している。

Key Words: PC 橋, 合成床版, セグメント, U 形断面, 全外ケーブル

1. はじめに

本橋の特徴を以下に示す。

- ① U 形断面をもつ 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。
- ⑥ 主桁・PC 板をプレキャスト化するため工期短縮、現場施工の省力化が図られ、施工中の周辺環境におよぼす影響を低減できる。
- ⑦ 免震支承を採用した、免震構造である。

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) 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
- ・橋長 上り線 331.3m 下り線 317.6 m
- ・支間 上り線 3@31.5m+36.5m+4@31.5m+2@36.25m 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 $i=2.5\%$



松浦和夫



佐藤幸一



白田清



堀内達斗



写真-1 桁断面

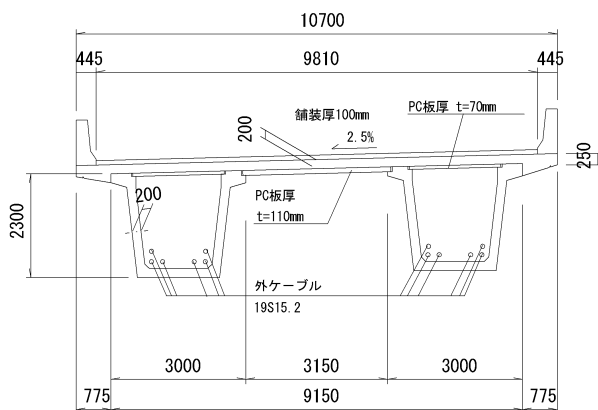


図-1 断面図

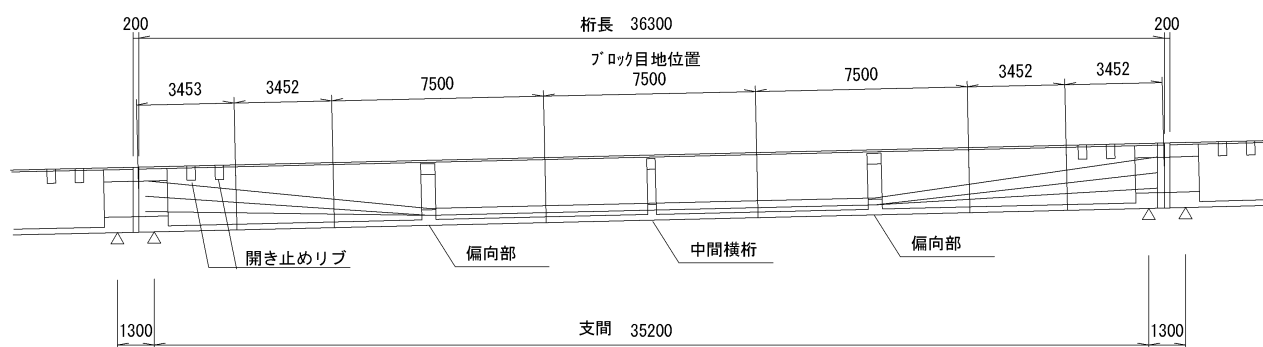


図-2 側面図

3. 設計

(1) 主桁の設計

a) 何故、U形断面か？

- ・ 従来方式の PC コンクリート橋では T 形断面となる。T 形断面であると必然的に内ケーブルのみとなる。しかし、U 形断面であると桁内に外ケーブルが設置でき更なる長支間化に対応できる。
- ・ T 形断面であると4主桁構造となるが、U 形断面とすることで2主桁構造となり、主桁の性能を最大限利用できる。また U 形断面とすることで床版支間が短くなり床版厚が薄くできる。
- ・ T 形断面に比べ架設時の断面性能が良いため桁長が長くなっても架設時横座屈の補強は必要ないなどがあげられる。

b) 施工ステップ及び解析方法

施工ステップは通常の RC 連結桁と同様のステップである

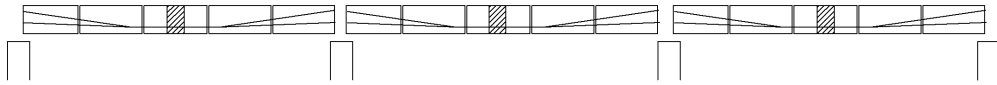
- ① ガーダー上にセグメントを並べ、引寄せ鋼棒にて引寄せる。



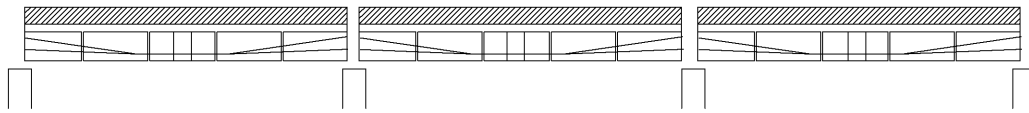
- ② 透明シーシの組立て、鋼より線の挿入、緊張



③桁間の中間横桁の打設



④PC板の敷設、及び場所打ち床版の打設



⑤連結部の施工



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。

(c) その他

- ・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/mm^2 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 $10\sim 4\text{N/mm}^2$ 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 $500\text{mm}\times 300\text{mm}$ のコンクリートリブを設置し、開き止め防止を行った。

桁支間中央付近は横桁や偏向具などの隔壁があるため、桁の変形を拘束すし、そのような挙動は示さなかった。

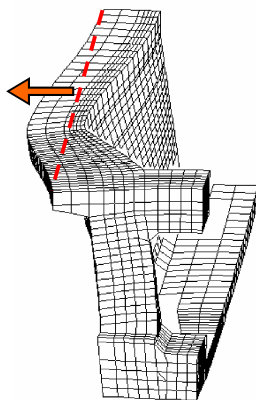
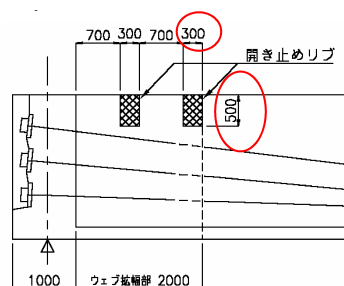
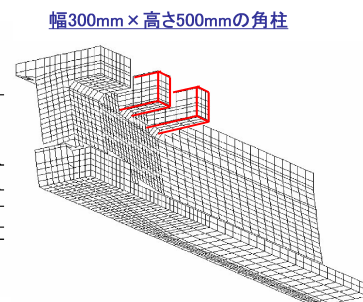


図-3 変形図 (リブ無し)



側面図



幅300mm×高さ500mmの角柱

概念図
(半断面)

図-4 解析モデル図

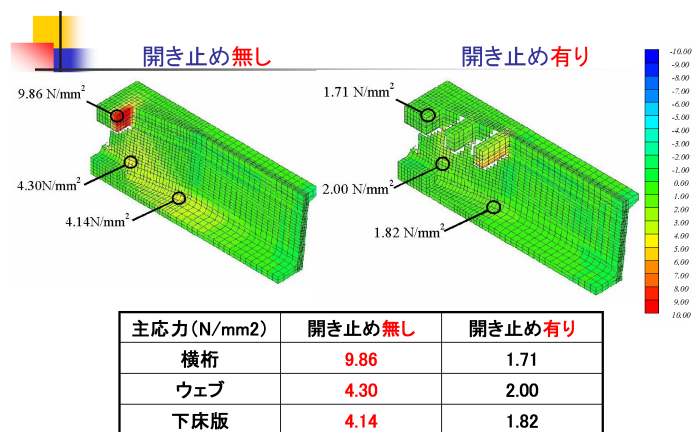


図-5 主応力図

(2) 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 3φ2.9. 主桁間では板厚=110mm, PC 鋼材=SWPR7B 7φ9.5. 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Ⅲ7 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判っているため, 考慮しなかった.

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.

(1) 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.



写真-2 セグメント仮置き状況



写真-3 打設状況

(2) 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接着剤塗布後, 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

(3) 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いため, 写真-4 のように桁の張出し部に引っかけて吊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.



写真-4 架設状況



写真-5 架設状況

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-6 のようなガーターを使った架設とした.

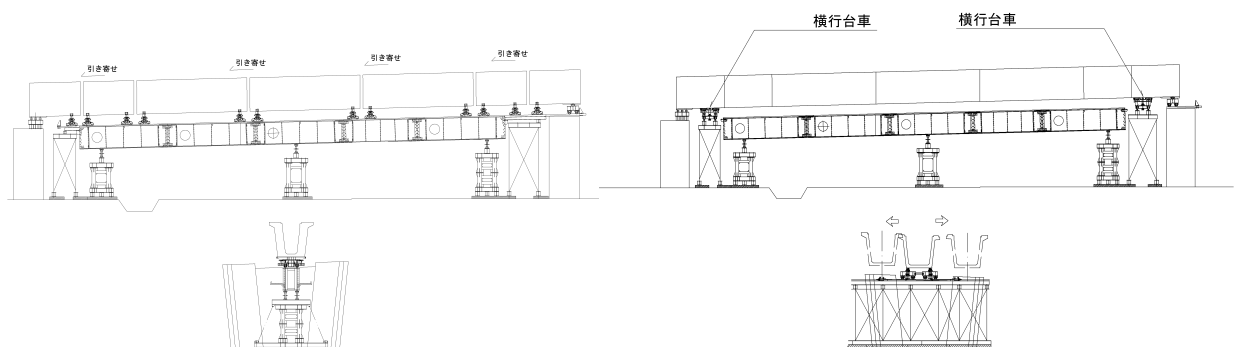


図-6 架設方法

写真-6 のように, セグメントの引寄せは桁内に鋼製のブラケットを配置し, センターホールジャッキとゲビンデを使用し引寄せている.



写真-6

(3) PC 板の架設

本橋脇の工事用道路からトラッククレーンにて架設をおこなっている。写真-6

(4) 張出し床版の施工

本橋の平面線形は $R=4000$ ある。そのため張出し床版で平面線形に対応している。

張り出し床版は、写真-8 のように桁側面にブラケットをとりつけ施工している。ブラケットは床版打設後、壁高欄の施工まで、必要なため転用がきかず、リース費が多くかかった。設計時に張出し床版は腕木足場で施工出来る範囲にするのがよい。



写真-7 PC 板架設状況



写真-8 張出し床版施工用ブラケット

5. まとめ



写真-9 全景

今回は、U 形断面 PC 合成床版橋の設計・施工の概要について述べてきた。

U 形断面 PC 合成床版橋は適用支間が $40\text{m} \sim 60\text{m}$ の中規模橋梁に対応できる構造である。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 連続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れる。

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である。

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 |