

ポステン波形鋼板ウェブT桁橋の設計・施工 — 水戸橋架け替え工事 —

(株) ピーエス三菱	正会員	工修	武村	浩志
(株) ピーエス三菱	正会員		臼田	清
東京都江東治水事務所			小田桐	皇仁
東京都江東治水事務所			足立	健

1. はじめに

本工事は、東京都葛飾区に位置する一級河川綾瀬川に架かる水戸橋の架け替え工事で、新しい橋には桁高制限への対応と同時に軽量化も可能となり経済性に優れるという理由から波形鋼板ウェブT桁橋が採用されている。本橋梁形式は我が国で今までに3橋の施工実績があるが、これらはすべてプレテンション方式であるのに対し、本橋は橋長 39.700m であり初めてポストテンション方式が採用されている。本報告は、我が国初めてのポストテンション方式の波形鋼板ウェブT桁橋に対する設計および施工の報告を行うものである。

2. 橋梁概要

本橋の橋梁諸元を以下に示すとともに、橋梁一般図を図-1に示す。

工 事 名：綾瀬川水戸橋架替工事に伴うPCけた製作・架設工事

発 注 者：東京都江東治水事務所

工事場所：東京都葛飾区小菅三丁目地内から同区小菅一丁目地内

工 期：平成 21 年 8 月 5 日～平成 22 年 11 月 30 日

道路規格：第4種第3級

構造形式：ポストテンション方式単純波形鋼板ウェブT桁橋

橋 長：39.700m

支 間：38.700m

有効幅員：(車道) 6.00m, (歩道) 3.00m

縦断線形：(車道) 5.00%, (歩道) 2.00%

横断線形：(車道) 1.50%, (歩道) 2.00%

活 荷 重：(車道) A活荷重, (歩道) 群集荷重

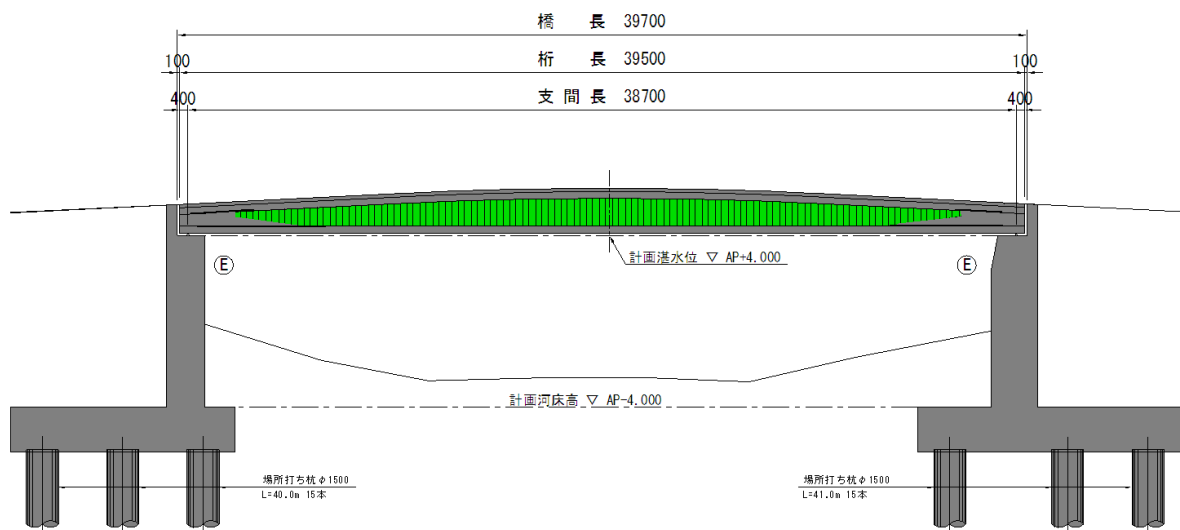


図-1 橋梁一般図

3. 橋梁形式の選定

架け替え前の水戸橋は綾瀬川の計画護岸高を満たしていない状態であったため、**図-2**に示すようにこれを確保できる位置にまで上流側に迂回させて架け替える「スロープ形式」を採用する必要があった。よって、新しい橋梁には取り付け道路との擦り付け長（スロープ長）を短くする観点から、桁高を低く抑えることが求められた。さらに、杭基礎長を40m以上にもする必要があったため、経済性の観点から下部工が負担する上部工重量を極力軽くして杭基礎本数を少なくさせることも求められた。以上のことから、プレビューム桁橋、合成床版橋、等と比較して死荷重反力が最も軽く、経済性に優れる結果となった本橋梁形式が採用されている。**図-3**に本橋の断面図を示す。

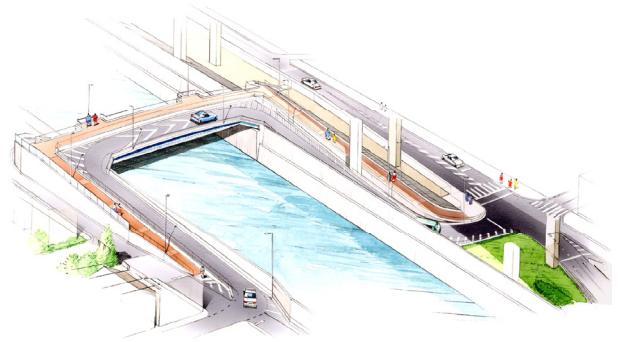


図-2 架け替え計画図

4. 設計について

本橋の設計において決定した各諸元を**表-1**に示す。通常的设计に加えて、ポステン方式を採用していることから、以下の点の検討を実施して安全性の確認を行っている。

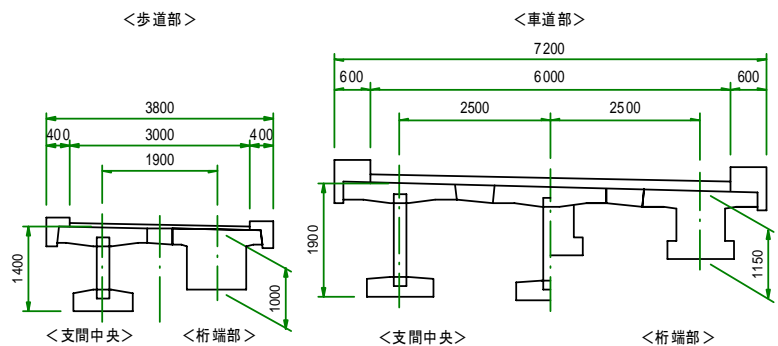


図-3 断面図

4. 1 せん断力分担率の考慮

プレテン方式と異なり、ポステン方式はPC鋼材の端部曲げ上げの関係から、下フランジ厚を支点部へ向かって増厚していく必要がある。この場合、端部にいくほど波形鋼板ウェブ高が低くなり、主桁に対する上下フランジの占める割合が増加していくことになる。よって、当該箇所の設計において波形鋼板のみがせん断力に抵抗するという考え方は、コンクリートフランジにとっては危険側の考え方になる可能性があることから、この考え方による設計に加えて、上下フランジと波形鋼板のせん断分担率を算出してコンクリートフランジに対するせん断の照査も実施している。

表-1 設計諸元

コンクリート	ck=60N/mm ²	
PC鋼材	主方向	SWPR7BL 12S12.7B × 6本
	横方向	SWPR19L 1S28.6 ctc500 (車道) SWPR19L 1S17.8 ctc500 (歩道)
波形鋼板	SM490	t=16mm (車道)、t=12mm (歩道)
接合方法	上下フランジ部	埋め込み接合
		波形鋼板どうし 2面摩擦高力ボルト接合

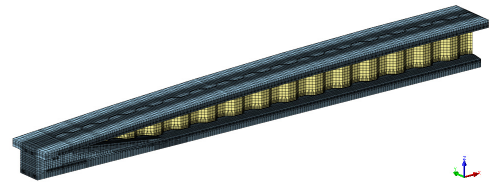


図-4 FEM解析モデル図

4. 2 プレストレスが主桁に及ぼす影響

PC鋼材を部材厚の薄い下フランジ内にて曲げ上げていくため、これに対しては、FEM解析によってプレストレスが主桁に及ぼす影響を確認している。**図-4**に示すようにコンクリートおよび波形鋼板ウェブを半径間分モデル化し、自重およびプレストレスを与えた時の下フランジコンクリートの応力状態に着目したものである。鋼材曲げ上げ部の下フランジ下縁には腹圧力の影響によって橋軸直角方向に引張応力が生じたが、その値は約0.6N/mm²と小さくコンクリートのひび

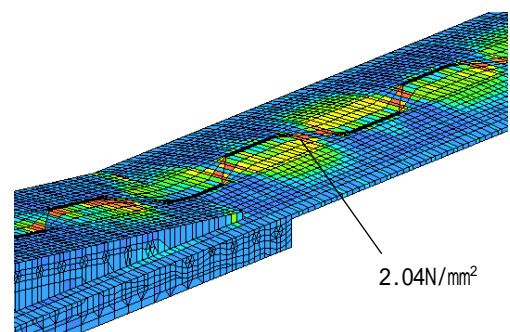


図-5 下フランジ主応力コンター図

割れ発生が懸念されるものではなかった。一方、**図-5**に示したように、下フランジ上縁には約 2.0N/mm^2 の引張応力が発生する結果となった。これは腹圧力の影響に加えて**図-6**に示すように、橋軸方向のプレストレスによる波形鋼板の面外変形によって下フランジ埋め込み部の波形鋼板からコンクリートが離れようとする力が生じているためだと考えられる。ただし、設計基準強度が 60N/mm^2 のコンクリートの引張強度は 3N/mm^2 程度あることから、ひび割れは発生しないと判断できたとともに、**写真-1**に示すようにコンクリートとの付着を高めるために波形鋼板埋め込み部には珪砂を塗布しており、実施工においてもひび割れや肌隙が生じることはなかった。

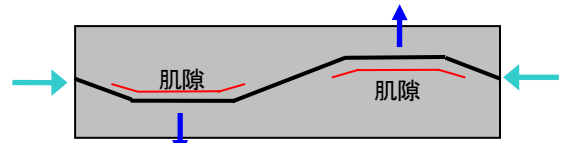


図-6 波形鋼板の面外変形

5. 施工について

5. 1 主桁製作

本橋は桁長 39.600m を5分割したプレキャストセグメント橋であるが、現場における主桁接合時には、コンクリートウェブ橋と異なり、鋼製接合キーとプレストレス導入による接合に加えて波形鋼板のボルト接合を伴う。このため、主桁製作方法はマッチキャスト方式を採用して主桁製作時と現場接合時とを可能な限り同条件とした。別途工場製作した波形鋼板ウェブ部材を使用して主桁製作をするため、現場における主桁接合の可否に波形鋼板の製作精度が影響を及ぼすが、**写真-2**に示すように工場製作時に現場接合を再現して主桁製作をすることにより、現場においても問題なく施工できた。また、波形鋼板ウェブT桁橋においては、一般にプレストレス導入直後に下フランジに高い圧縮応力が作用する。本橋においても 22N/mm^2 程度の圧縮応力が接合面に作用することから、接合面の角欠けやひび割れ防止の面でも当製作方法は効果的であった。



写真-1 珪砂塗布状況



写真-2 主桁製作状況

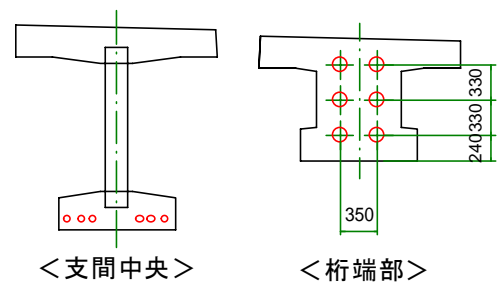


図-7 PC鋼材配置

5. 2 緊張

波形鋼板ウェブT桁橋においては、主ケーブルの配置部位が下フランジに限定され、断面中心位置の波形鋼板ウェブをはさんで左右対称のケーブル配置となる。本橋においても $12\text{S}12.7\text{B}$ 全6ケーブルは**図-7**のように配置されている。このため、緊張にあたっては緊張ジャッキを4台使用して同時に両引き緊張することにより、横方向剛性に弱い波形鋼板ウェブ構造に配慮して、断面に対して左右対称にプレストレスを導入することとした。緊張状況を**写真-3**に示す。このようなことから、各主ケーブルどうしの定着



写真-3 緊張状況

間隔は、ジャッキ2台による同時緊張が可能ないように決定する必要がある。

5. 3 ボルト接合

セグメント接合部のボルト接合時期は、全6本の主ケーブルの内、最初の2本の緊張後に実施した。これは、3, 4本目のプレストレス導入中に主桁のキャンバーが生じるのが想定されたため、これが生じる前に接合することにより、主桁自重、プレストレスを含む荷重に対するせん断力を波形鋼板に負担させるという設計時の想定と異ならないように決定したものである。ボルト接合状況を写真-4に示す。



写真-4 ボルト接合状況

5. 4 主桁架設

架橋位置は左岸側が首都高速道路、右岸側が住宅地であるため、上部工の架設は河川内に設置した仮栈橋上からの施工に限定された。そのため、仮栈橋上で主桁を接合し架設桁で一体化した主桁を吊り上げ、架橋位置まで横移動する架設方法を採用した。架設桁の組立は、安全面から首都高速道路との平面および鉛直距離の離隔を確保しなければならないため、架設桁を仮栈橋上で組立完了後、首都高速道路下に横移動させ、さらにジャッキアップを行い、主桁の吊り込み量を確保した。また、横移動作業時は、両端部台車位置で移動距離を計測し、移動距離に差が出ないように管理するとともに、万が一移動距離に差が生じた場合でも架設桁に過大な応力が発生しないように、片側の架設桁と移動台車接合部はピン構造として安全性を確保した。主桁架設状況を写真-5に、主桁架設要領図を図-8に示す。主桁架設作業は、主桁1本当たりセグメントの搬入、配置および接合、緊張で1日、横移動架設で1日、主桁5本の架設で10日間の架設期間となった。



写真-5 主桁架設状況

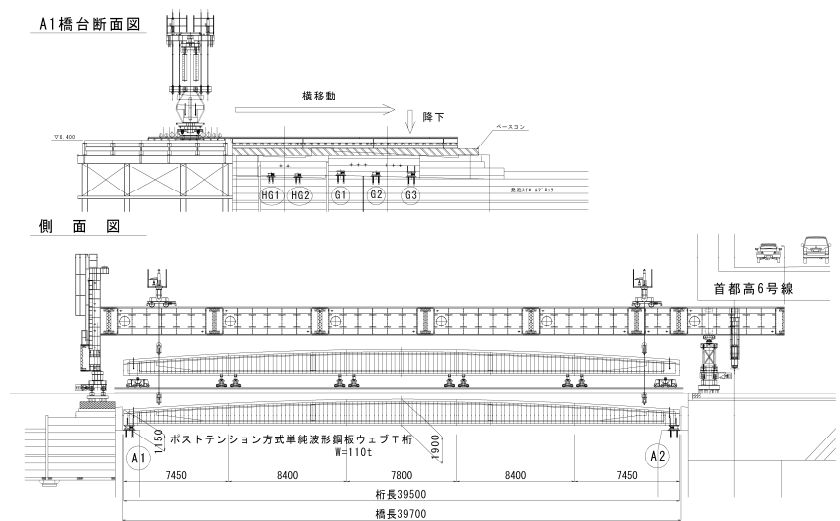


図-8 主桁架設要領図

6. おわりに

本工事は、関係各位のご協力のもと、平成22年11月に無事竣工を迎えた。現在（平成23年5月）は上部仕上げおよび取付道路工事が行われており、本橋梁の供用開始は平成24年度を予定している。我が国で初めてのポストテンション方式の波形鋼板ウェブT桁橋を、種々の検討のもと無事竣工できたことは大変意義深いものとする。この施工実績とともに本報告が今後の同タイプの橋梁形式の採用拡大の一助となれば幸いである。