

裏高尾橋工事（波形鋼板ウェブ製作）報告

Uratakao Bridge Construction (Corrugated Steel Web Fabrication)

熱海 晋*¹ 山越 信也*² 五十嵐 三雄*³
 Shin ATSUMI Nobuya YAMAKOSHI Mitsuo IGARASHI

Summary

The corrugated steel webs used in this construction do not have bottom flanges in the steel member. The accuracy of bending, therefore, directly affects the finished work quality regarding the shape at the bottom edge of the members. It is impossible to control the shape depending on bending accuracy since there is a limit on the accuracy of bending. Accordingly, some devices are necessary according to the cantilever erection of the PC girders, different from steel girder erection. This paper reports the findings on each fabrication process examined in this project.

キーワード：波形鋼板ウェブ 形状管理 プレス加工

1. はじめに

波形鋼板ウェブPC橋は、プレストレスコンクリート(PC)橋のウェブを波形鋼板に置き換えたもので、コンクリートと鋼の複合構造である。PC橋の主桁自重の10～30%程度を占めるウェブを軽量の波形鋼板とすることで自重の軽減、下部工反力の軽減が図れ、スパンの長大化が可能となる。また、波形鋼板は橋軸方向の剛性がほとんどなく、伸縮する性質（アコーディオン効果）があるため、プレストレス導入効率の向上が図れる。加えて、高いせん断耐力を有するため補剛材の省略を図ることができる。このように波形鋼板ウェブPC橋は施工性、経済性の面で優れており、鋼とコンクリートの特性を活かしたPC橋の新たな形式として注目を集めている。

本稿では今回の工事で製作した波形ウェブの構造詳細を紹介すると共に、製作上の配慮事項を報告する。

2. 裏高尾橋の工事概要

裏高尾橋は圏央道と中央自動車道が交差する裏高尾町に位置する（図-1）、波形ウェブPC橋と鋼箱桁の混合橋梁である。P3～A2間には中央道が通っており、中央道上空に鋼桁が位置している。橋梁一般図を図-2に示す（側面図の寸法は上り線の値を示す）。また橋梁諸元を表-1に示す。

施工はNEXCO中日本高速道路(株)でPC上部工を鹿島建設・間組JVが、鋼上部工を宮地鐵工所がそれぞれ受注した。本工事は鹿島建設・間組JVから波形鋼板ウェブの製作・塗装・運搬を請け負ったものである。



図-1 位置図

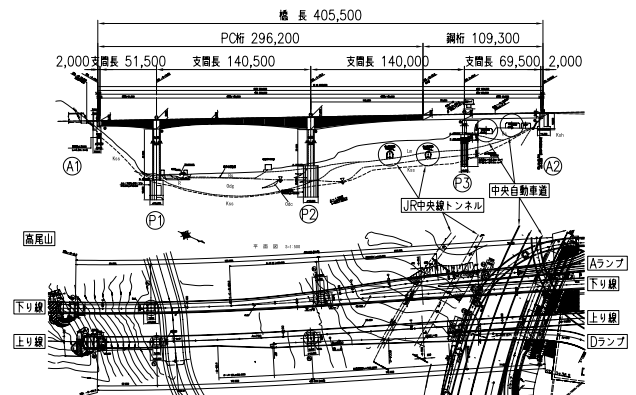


図-2 橋梁一般図

*¹(株)宮地鐵工所 千葉工場技術部設計1グループ主任
 *²(株)宮地鐵工所 千葉工場計画部計画グループ課長代理

*³(株)宮地鐵工所 工事本部工事部東京工事グループ係長

表-1 橋梁諸元

工事名	首都圏中央連絡自動車道 裏高尾橋工事	
工事箇所	八王子市裏高尾地内	
路線名	一般国道468号	
道路規格	上下本線	第1種第3級 B規格
	A, Dランプ	A規格
設計速度	上下本線	V=80 k m/h
	A, Dランプ	V=40 k m/h
橋長	上り線	405.5m 支間長51.5+140.5+140.0+69.5m
	下り線	438.0m 支間長67.0+155.0+144.0+68.0m
有効幅員	上り線	標準部 9.7m (総幅員10.64m)
	Dランプ	標準部 7.0m (総幅員7.89m)
	下り線	標準部 9.75m (総幅員10.64m)
	Aランプ	標準部 9.0m (総幅員9.89m)
活荷重	B活荷重	
温度変化	-10℃～+50℃	
	鋼 (コンクリート) 桁標準温度15 (10) °C	
平面線形	上り線	R=2000～A=750～A=1000
	Dランプ	A=50～R=857.571～R=1500～R=400
	下り線	R=2000～A=750～A=1000
	Aランプ	R=1200～R=∞～R=1300～R
横断勾配	上り線	+2.5%～-2.382%
	Dランプ	+2.0%
	下り線	+2.5%～-2.0%
	Aランプ	+2.045%～+2.0%
縦断勾配	上り線	+1.760%
	Dランプ	+1.740%～-5.407%
	下り線	+1.760%
	Aランプ	+1.602%～-2.690%
設計震度	上り線	Kh=0.25
	下り線	Kh=0.20
地盤種別	上り線	II種地盤
	下り線	I種地盤

3. 波形鋼板ウェブの構造

(1) 基本形状

架設は張出し架設で行われ、1張出し長さは使用する波形鋼板の波長を考慮して決定される。本工事では1ブロックの長さは4.8mまたは3.2mが基本であり、波形鋼板ウェブの部材長はこのブロック長に準じた長さとなっている。桁高は曲げとせん断が卓越する剛結脚付近で最大、支間中央付近で最小に変化しており、波形鋼板ウェブもこの桁高に合わせて10m～3.6mに変化する。

輸送幅の制限は原板（板曲げ加工前）状態で3.3m、加工後の製品状態（組み立て後）で3.0mとされ、これを超える部材はヤード継手が設けられている。部材基本形状を図-3に示す。

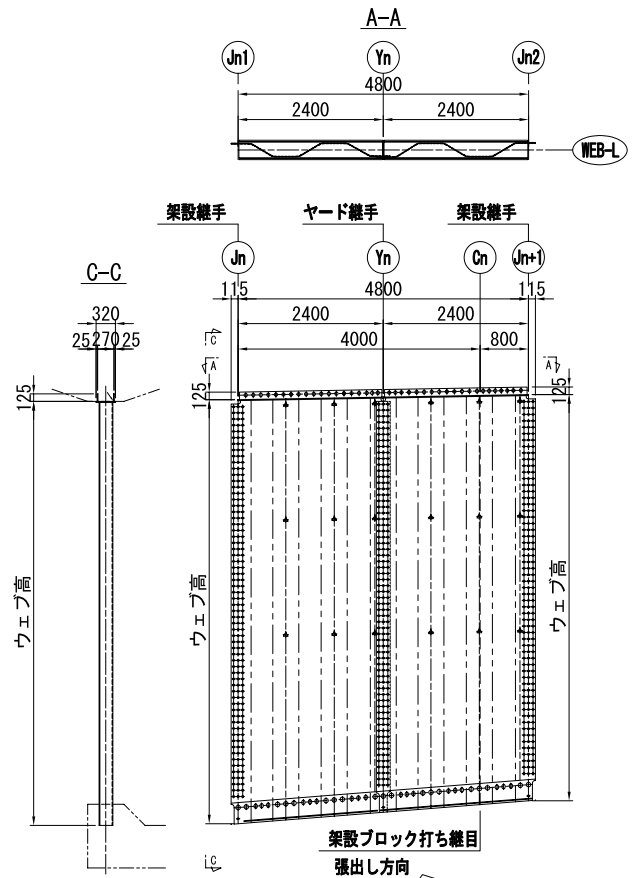


図-3 部材の基本形状

(2) 構造詳細

波形の基本波形は1600型（波高220）といわれるNEXCOで最も施工実績の多い形状である。曲げ加工に使用するプレス機の歯の形状より板曲げの内側曲げ半径は154mmとなる（図-4）。

波形鋼板ウェブと床版接合部構造の組み合わせは上床版がTwin-PBL接合、下床版側が埋め込み接合である(図-5)。脚や、端横桁のコンクリートとの接合は上床版接合部と同様でTwin-PBL接合を用いている。Twin-PBL接合はフランジプレートと2枚のパーフォボンドリブから構成されており、パーフォボンド孔には上床版のハンチ鉄筋が貫通する。埋め込み接合にはフランジプレートが無く、接合棒鋼がウェブにフレア溶接され、ウェブにあいたパーフォボンド孔に下床版のハンチ鉄筋が貫通する構造である。

ヤードジョイントを含む各継手は高力ボルトによる一面摩擦接合が採用された。ただし閉合部材は現場架設誤差調整を考慮して、重ね継手の現場すみ肉溶接となっている。

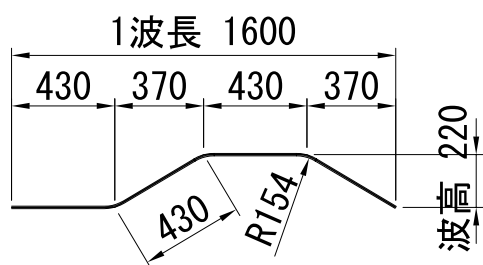


図-4 波形

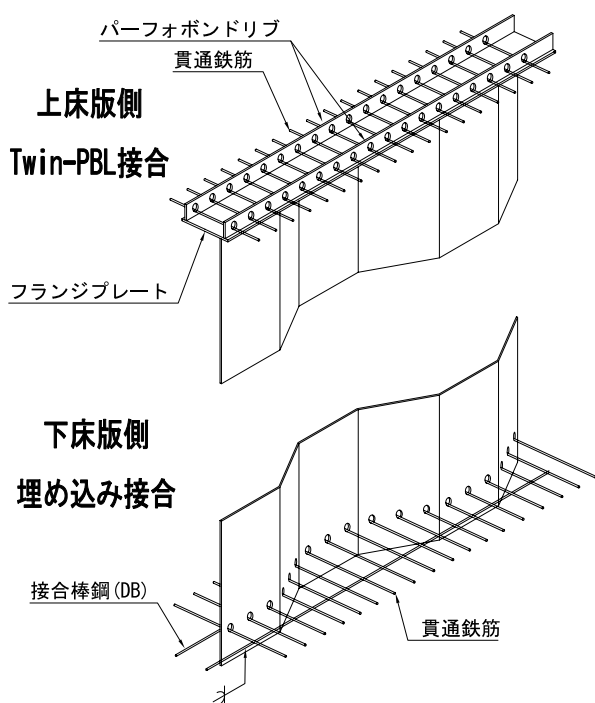


図-5 床版接合形式

4. 製作時の考慮事項

(1) 平面線形への対応

平面線形には曲が含まれているため、波形ウェブのジョイント位置にわずかな折れ角が生じる。理論的にはジョイント両脇の曲げ角度を調整することで折れ角を付けることができる。しかし現実的に曲げ加工の精度を考慮すると、わずかな角度の違いを加工し分けることは難しい。そこで、プレス加工の精度を 0.5° と考え、ジョイント位置で 1° 以上の折れが発生する箇所にはジョイント両脇の曲げ角度を 0.5° ずつ調整し合計 1° の角度を与え、 1° 以下の折れに対しては架設現場で調整を行なうこととした。

(2) 材料手配

波形ウェブの曲げ加工は冷間曲げで行なう。このため道路橋示方書Ⅱ 17.3.1に準じ板厚の15倍以上とするのが原則である。本工事の鋼製波形ウェブ内側半径154mmに対し、ウェブの設計板厚は $T_{web}=9\text{mm} \sim 25\text{mm}$ であり、11mm以上は示方書を満たさない。このため11mm以上の材料にはシャルピー値と鋼材に含有する窒素量が規定されている、高じん性鋼材を用いた。今回は部材の曲げ加工の方向から圧延直角方向のシャルピー値を指定した。

本工事でウェブ材料に使用した材質を表-2に示す。

表-2 使用材料

ウェブ板厚	使用鋼材
9~10	SM490YA, SM570
11~22	SM490YB-7C, SM570-7C
23~25	SM490YB-5C

このほか材料手配時にはウェブ材料に曲げ加工や、溶接による製作誤差を考慮して架設方向老番側に30mmの余幅を確保した。さらに、閉合部のジョイントには製作誤差に加え、架設誤差が考えられるため50mmの余幅を設けた。同様に鋼桁とのジョイントには、鋼桁架設の誤差も考慮し150mmの余幅を設けた。

(3) 原寸

罫書き線は箱桁の内側面に罫書く事を基本とした。ジョイント中心(Jn)とヤードジョイント中心(Yn)を罫書いたほかに、コンクリート打ち継ぎ位置(Cn)にも罫書き線を入れた。これらの罫書き線は塗装の際に一部養

生を行い、現場で合い印として使えるように配慮した。

フランジプレートの下面には、プレス加工されたウェブの取り付け位置を明確にするため、あわせ位置を罫書いた

(4) 組立て

波形鋼板ウェブは鋼桁で通常行なわれる仮組検査は行なわず、部材検査となる。単体ごとの検査では隣接パネルとの取り合いを確認する機会がないため、ジョイントのボルト孔は全ての部材で隣接部材との重ねあけを実施した。このうち、ヤードジョイントの孔明けは曲げ加工、溶接ひずみの誤差を吸収するため、 $J_n \sim Y_n \sim J_{n+1}$ 間の部材を規定の寸法値に地組し、部材形状を確認した上でボルトの孔あけを行なった。

5. その他検討事項

(1) 上げ越し量の調整

鋼桁では製作時に製作キャンバーを考慮するが、これと似た考えでPC桁の張出し架設には上げ越しを考慮する。図面は架設完成系の形状で作図されており、製作寸法は別途上げ越しを考慮した寸法で管理する必要がある。今回は上げ越しを考慮した寸法表を作成し、この値で製作寸法を管理した。この際、解析によって求められた各部材の上げ越し量は微量（架設方向先端で1mm未満の上げ越し量）であるため、架設方向先端で2mm以上の上げ越し量になるまで集約し形状管理寸法に付加した。

架設中に上げ越し量を調整する場合にも同様の方法で発送前の部材にあげこし量の調整を反映することが可能である。このため、事前に上げ越し調整ジョイントを決めておき、このジョイントの孔明け切断は現場実測を反映して行うこととした。



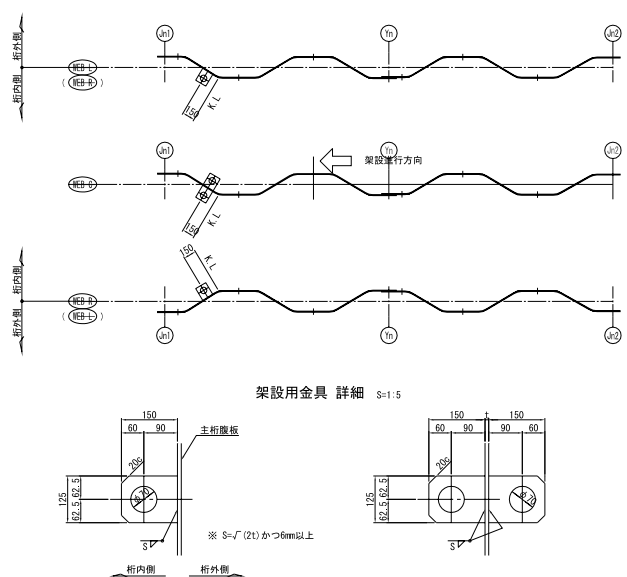
写真一 施工試験状況

以上のように上げ越しの量を部材寸法に反映して製作を行なったが、これに加えてボルト孔とボルトの余裕（孔ガタ）を利用した上げ越し量の調整が可能であることを実物の部材を使用した施工試験で確認した（写真一）。

継手部はボルト径M22に対しボルト孔は $\phi 26.5$ であり、孔中心にボルトがあると仮定して両側に約2.3mm ($26.5 - 22 \div 2 = 2.25$) 余裕がある。このため、任意の位置のボルト孔にピンを設け、このピンから最遠ボルト位置で2.3mm回転が可能である。机上の計算ではこれらの位置関係を考慮することで部材先端の調整可能量を求めることができる。施工試験の結果からも、ほぼ机上の計算どおりの調整が可能であることが確認できた。

(2) 架設治具

前述したとおりウェブの平面線形に表れる微量な角度は現場架設で調整することとしたが、この際の調整治具としてウェブの内側に架設用の治具を取り付けた。これにより張出し架設時の根元側の治具と張出し先端側の治具にケーブルを取り付け、先端側のウェブの方向を調整することが可能となった。床版型枠の機材の大きさを考慮しウェブの上下端から1500mmの位置に合計2箇所取り付けている（図一6）。



図一6 架設治具

6. 終わりに

ここまで製作過程で検討した内容などを列記した。各々について詳述するには至らないが、今後の類似工事

の参考になれば幸いである。鋼板波形ウェブの製作においては部材が波打っていること、下フランジがないため部材の剛性が非常に低いこと、曲げ加工の精度の実態など、通常の鋼桁製作では経験することの無い条件が多々あった。製作作業者にとってはとても扱いづらい部材で大変苦勞したと聞いている。それでもこのような苦勞と今回報告したような検討を経てそれなりに工夫が反映された部材を製作できたと判断している。

側面形状の加工誤差はヤードジョイントに集約することで解消でき、各種検査値も規定値を満たしている。しかし、部材両端の曲げの精度は架設方向側の部材を連結した時にその部材の方向を左右する。張出し根元側のわずかな角度誤差が張出し先端では大きな誤差として現れ、架設においてこの誤差が大きい場合、ウェブ方向の修正など工程にかかわる大きな問題となっている。

曲げの精度にはやはり限界があると考えられるため、これを踏まえた上で更に精度の良い出来形管理の方法や、架設治具の計画が今後の課題といえる。

<謝辞>

本工事の製作施工を進めるにあたり施主であるNEXCO中日本の方々各位に御指導、ご協力をいただいた。誌面を借りてこれらの関係各位に厚く御礼を申し上げ、本稿を閉じることとする。

<参考文献>

- 1) 波形鋼板ウェブ合成構造研究会：波形鋼板ウェブPC橋 計画マニュアル(案)，平成10年12月
- 2) 中日本高速道路株式会社：設計要領 第二集 橋梁建設編，平成19年8月

2010.3.2 受付

グラビア写真説明

印旛トラス

日本の表玄関である成田空港と都心を30分台で結ぶ為、最高時速160kmで列車を走らせる成田新高速鉄道線は将来の国際航空需要増加に対応する為計画されており、その成田空港に程近い印旛沼に架かる本橋は、成田高速鉄道線の象徴的橋梁です。

この鉄道線の整備は、空港アクセスの大幅な向上にとどまらず、千葉県北西部等の交通利便性の向上と成田市地域及び千葉ニュータウン地域の機能連携強化にも大きく寄与する事が期待されています。

工期短縮が受注時からの最優先事項であった為、本工事ではトラス橋の一括横取り架設を工期短縮案として提案しています。これら工法の採用により大幅な工期短縮を実現しており、平成22年の開通実現に大きく貢献しています。

(株)宮地鐵工所 加藤 太郎

高速3号線Ⅱ期 鋼上部工事(その6)

広島高速3号線(広島南道路)は広島南区仁保沖町～広島市西区観音新町を結ぶ延長5.9kmの道路で、仁保沖町～宇品出入路までの2.6kmは完成し供用中です。

本工区は鋼上部工(その5)工事と隣接したⅡ期施工区間でH22年4月に2号線と併せて開通予定です。

架設はポートパークⅡ施工区間棧橋からのトラッククレーン架設で行い、(その5)工事側の一部はFCにて一括架設をしました。

高速3号線供用区間延伸により広島県道路や海田大橋から市中心部への交通円滑化が図られると期待しています。

(株)宮地鐵工所 国実 昭義