

張出し施工時に波形鋼板を架設材として利用した信楽第七橋の設計

三井住友建設(株)・(株)大林組共同企業体 正会員 ○ 永元 直樹
 日本道路公団 関西支社 大津工事事務所 中藺 明広
 日本道路公団 関西支社 構造技術課 安川 義行
 三井住友建設(株) 土木事業本部 P C設計部 正会員 工博 春日 昭夫

1. はじめに

信楽第七橋は、第二名神高速道路が滋賀県を通過するなかの信楽インターチェンジ付近に建設される5径間連続ラーメン形式の波形鋼板ウェブ橋である。本橋は張出し工法で架設されるが、その施工の合理化を目的として、国内で初めて張出し施工時に波形鋼板を架設材として利用する工法を採用した。また、上床版の施工の省力化、急速化を目的としてプレキャストリブと埋設型枠を用いた施工法を用いることとした。

本稿では主にこの施工法と、それに関する設計概要について報告する。

2. 橋梁概要

本橋は前述のように第二名神高速道路中の橋梁で有効幅員が約17mであり、二室箱桁を採用している(表-1)。また、主ケーブルは全外ケーブル構造を採用したが、張出しケーブルは毎ブロック

定着とし、応力伝達性を考慮し、各ウェブにそれぞれ定着することとした(1ブロック4本定着)。その配置と必要量の関係から、サイズは19S15.2と12S15.2の二種類を用いた。なお、完成系ケーブルはすべて19S15.2である。

本橋の一般図、断面図を図-1、2に示すが、断面図に示すように、上床版はプレキャスト水平リブと、埋設型枠、および現場打ち部によって構成されている。

表-1 橋梁概要

架設位置	滋賀県甲賀郡信楽町
橋梁名	信楽第七橋
橋長	384.0m
支間割	57.5+3@89.0+57.5m
総幅員	17.63m (有効幅員: 16.50m)
構造形式	5径間連続ラーメン波形鋼板ウェブ箱桁橋
主ケーブル	19S15.2、12S15.2 (全外ケーブル構造)

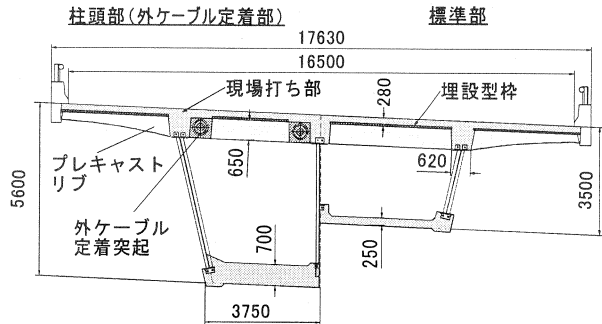


図-1 断面図

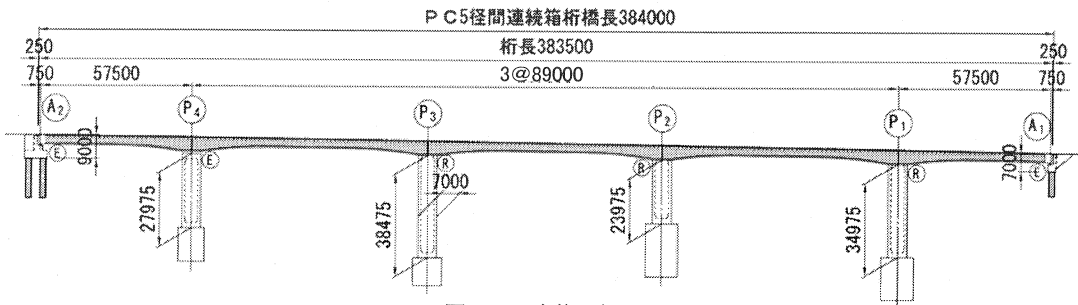


図-2 全体一般図

3. 施工概要

先述したように、本橋は張出し施工においては通常の移動作業車を用いず波形鋼板を用いて架設する。具体的には、波形鋼板を先行架設し、その上下フランジを接合することによって剛性を確保、その波形鋼板から吊り支保工を吊り下げて下床版を施工する。本工法は海外では実績がある¹⁾が、国内では初の採用となる。

一方、上床版は下床版より1ブロック遅れて施工するが、今までの外ケーブル構造を適用した波形鋼板ウェブ橋では、上床版の施工が張出し施工におけるサイクル工程のクリティカルになっていた。そこで、今回はその上床版の施工にプレキャスト製の水平リブと埋設型枠を用いて現場での施工を省力化し、サイクル工程の短縮を図った。本工法は、第二名神高速道路古川高架橋²⁾で開発した技術を応用したものである。

このように波形鋼板を架設材として利用することによって、移動作業車の簡易化、軽量化が図れるとともに、現場での省力化、必要作業員の平坦化およびサイクル工程の短縮が図れる。特に、一般の全外ケーブル方式を採用した波形鋼板ウェブ橋で最も煩雑であった外ケーブル定着突起の配筋および定着体の設置が、今回の工法ではその定着突起のうち最も配筋が過密になっている定着体付近が、プレキャストリブと一体構造としたこと(図-3)によって大きく改善されている。なお、水平リブは輸送の関係から、橋軸直角方向に2分割とした。具体的な手順は以下と図-4に示す。

- (1) nブロックの波形鋼板上に簡易作業車を移動。
- (2) nブロックの下床版の型枠、鉄筋組立ておよびn-1ブロックの上床版のプレキャストリブ、埋設型枠の架設。同時にn+1ブロックの波形鋼板の架設(上下フランジ、ウェブとも接合)。
- (3) 上床版の埋設型枠上に鉄筋、床版横締めを配置。
- (4) nブロックの下床版とn-1ブロックの上床版のコンクリートを打設、養生。
- (5) 床版横締め、外ケーブル緊張。
- (6) n+1ブロックの波形鋼板上に簡易作業車を移動。

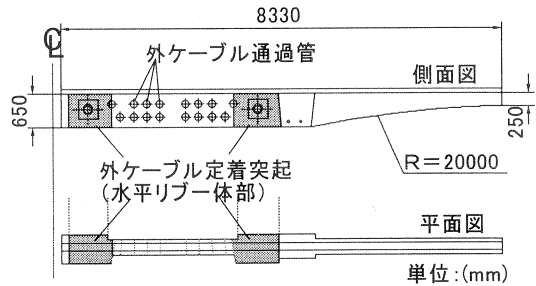
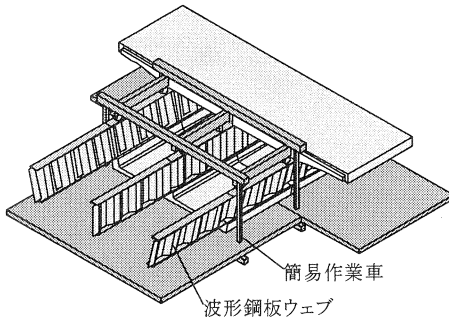
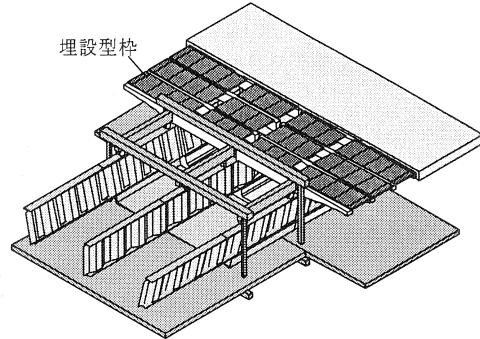


図-3 水平リブ概要図

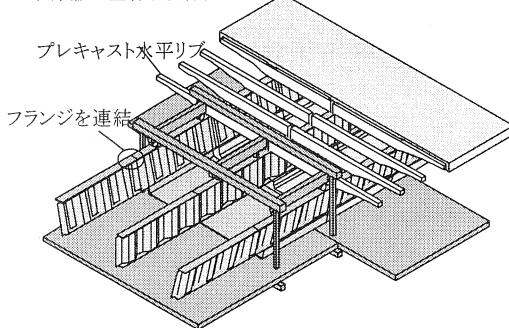
①簡易作業車の移動



③上床版のPC板敷設、上床版横締め鋼材、鉄筋組立



②プレキャストリブの架設、波形鋼板の架設
下床版の型枠、鉄筋組み立て



④上下床版コンクリート打設

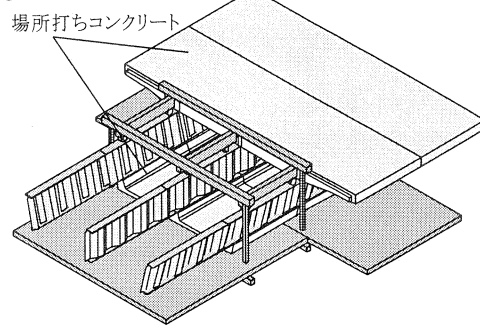


図-4 張出し施工時の施工サイクル手順

4. 上下フランジを接合することの影響

これまで、フランジを有する波形鋼板を用いた橋梁においては、各ブロック継目において上下フランジを不連続としていた。これは、この上下フランジを不連続とすることによって橋軸方向の変形に対して抵抗しなくなり、プレストレスを導入する際にコンクリート部分へ効率よく圧縮応力が導入できると考えられていたためである。

そこで、まずこのフランジの剛性が主桁断面の剛性の中でどの程度寄与するかを検討した (表-2)。この結果より、フランジの軸方向剛性が主桁全体に与える影響はわずかに 3%程度であり、実構造においてはほとんど影響を及ぼさないと考えられる。

表-2 断面剛性に与える鋼フランジの影響

フランジ剛性	無考慮	考慮	比率
単位	(m^2)	(m^4)	(%)
主桁断面積	10.5	10.9	103
主桁断面 2次モーメント	109.8	112.8	103

さらに、これまでのフランジを不連続とすることによって橋軸方向の変形に抵抗しないとされてきたことが妥当であったかを立体 FEM 解析と、

山陽自動車道の小犬丸川橋での実橋計測の結果から検討した³⁾。その結果、これまでのように各ブロックでフランジを不連続としても、プレストレスを導入した際にほとんどの部分で橋軸方向応力が発生しており、橋軸方向に連続、不連続に関係なくフランジは抵抗していることが判明した (図-5)。なお、フランジ継目で応力伝達が小さいのは、今回計測したフランジ端部の計測点は最端部のアングルジベルよりもさらに外側であったためであると考えられる。

以上のことより、今回はフランジを接合する構造を採用した。

一方、一般的な張出し施工時においては、このフランジ不連続部で上越し量の調整を行っていた。今回は上下フランジの高力ボルト接合におけるボルト孔を拡大孔 (M22 に対し、直径 26.5mm) とすることで毎ブロックの微調整を、また、必要に応じて数ブロックに 1 回、添接板の孔位置を調整することによって施工誤差の調整を行うこととした。

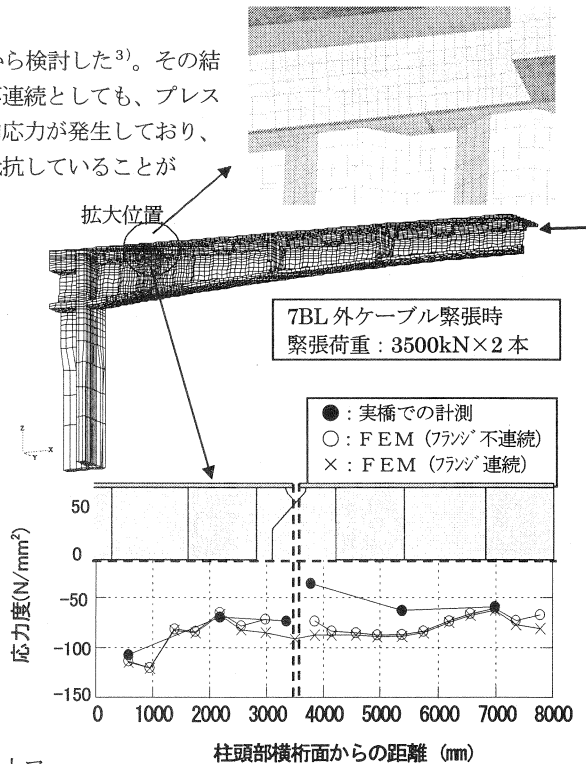


図-5 フランジを不連続としたことの効果

5. 外ケーブル定着突起の実物大確認実験

本構造はプレキャストの水平リブを波形鋼板の上フランジ上に配置し、その前後に場所打ちコンクリートを打設して波形鋼板とコンクリート部を一体化する構造である。一方、波形鋼板とコンクリート部分の接合方法はアングル接合であるが、上フランジ上にはプレキャストリブを設置するため、その位置にはアングルジベルが設置できず、アングルジベルの配置が不均一となる部分がある (図-6)。さらに、この部分に外ケーブルの定着突起を設置する箇所もあり、局部的に大きな力が作用する部分もある。これらのことから、水平リブの下に隙間が発生する、あるいは外ケーブル定着時に定着突起付近で波形鋼板とコンクリート部の接

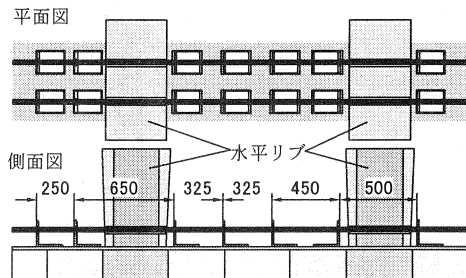


図-6 アングルジベルと水平リブの関係

合構造に問題が起こることが懸念された。

そこで、この部分の安全性を確認するため、上床版をモデル化した実物大の外ケーブル定着実験を行った。実験供試体の概念図を図-7に示す。実験では、実橋で用いる19S15.2のケーブルを、実橋における導入緊張力の3500kNおよびケーブル降伏値に近い4000kNまで緊張し、ひび割れ状況、接合部付近の挙動などを調査した。この結果、定着突起の前面(図中のD-1)において、突起が鉛直下向き(フランジに入り込む方向)に0.02mm移動していることが確認された。それ以外の部分(図中のD-2,3)においては、変形は確認されなかったため、コンクリート部とフランジの間には隙間は発生していないものと考えられる(図-8)。

また、定着突起近傍のアングルジベルにひずみゲージを配置し計測した結果を図-9に示す。この結果からわかるように外ケーブル定着位置に最も近いアングルには引張応力が発生しているが、その値は20(N/mm²)と小さい。その他のアングルについても応力はほとんど発生していなかった。

これらのことから、突起部周辺での一体性、安全性が確保できている事が伺える。

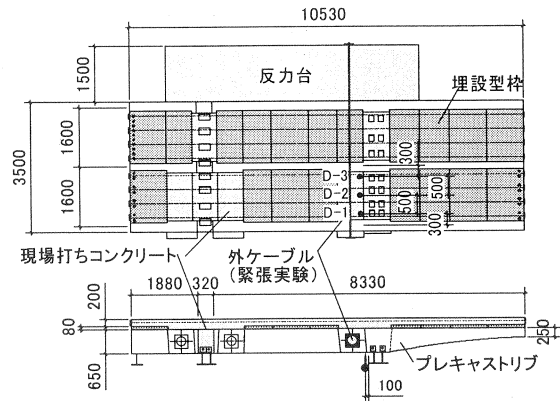


図-7 実物大実験供試体概念図

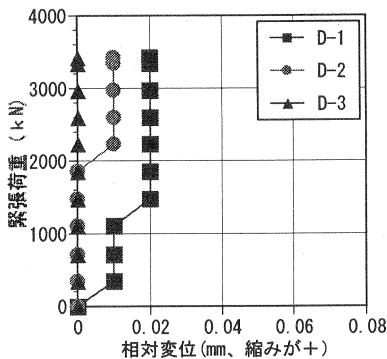


図-8 接合部での隙間計測結果

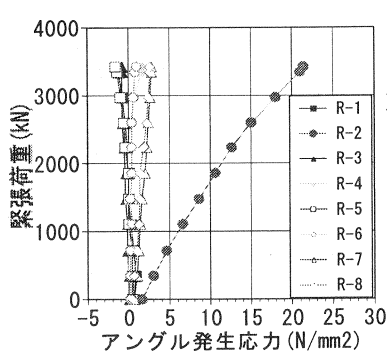
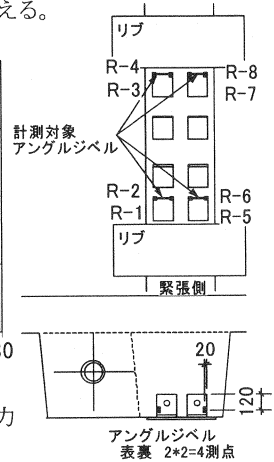


図-9 アングルジベルの発生応力



6. まとめ

本工法は、波形鋼板ウェブ橋の施工の合理化、工程の短縮、およびコスト縮減を目的とし、波形鋼板を架設材として用いること、上床版の施工法をプレキャスト部材を用いて行うことを組み合わせた工法である。この手法を用いることによって施工現場での省力化、サイクル工程の短縮が期待できる。

2003年6月現在、信楽第七橋は柱頭部の施工を行っており、同8月から本格的な張出し施工が始まる予定である。実施の詳細については別の機会に報告する。

本報告が今後の同種橋梁の設計、施工の参考となれば幸いである。

<参考文献>

- 1) 波形鋼板ウェブ合成構造研究会：Altwpifergrund 高架橋—ドイツ初の波形鋼板ウェブ PC 橋—、プレストレストコンクリート、Vol.44、No.1、2002.1
- 2) 池田博之、水口和之、春日昭夫、室田 敬：古川高架橋の設計と施工(上)、橋梁と基礎、2001.2
- 3) 永田孝夫、安川義行、梅津健司、永元直樹：波形鋼板ウェブ PC 橋の実橋載荷実験—山陽自動車道小犬丸川橋—、プレストレストコンクリート、Vol.45、No.1、2003.1