

## (15) 松の木7号橋（波形鋼板ウェブPC箱桁橋）の施工について

秋田県雄勝土木事務所 熊谷 修一  
 秋田県雄勝土木事務所 今野 一夫  
 ドービー建設工業（株） 正会員 ○須合 孝雄  
 ドービー建設工業（株） 正会員 高橋 伸一

### 1. はじめに

松の木7号橋は、秋田県雄勝郡雄勝町に位置し、一般国道108号線、松ノ木峠の道路改良に伴い建設された、橋長210mのPC箱桁橋である。この路線は、奥羽山脈を横断する地形条件から、山岳地では線形が悪く、いまだ大型車の交差ができず、豪雪の冬期間は、最大3mにも達する積雪や雪崩のため、通行不能という状況にある。秋田県では、不安全な交通と、冬期間の閉鎖を解消するために、平成8年の供用開始をめざして、松ノ木峠の道路改良を行ったものである。

特に本橋梁は、沢沿いに蛇行する狭い溪流の、片斜面上に架橋される特異なケースとなっているため、切り土量、掘削量を最小限とし、景観と植生の保全を図ること、さらに、厳しい気象条件の中で、安全で自然環境への影響の少ない架設工法を用いるという計画方針の中、波形鋼板ウェブの採用、ピロン柱を用いた斜吊り併用押し出し、主桁断面を活用した手延べ桁、さらには、予備せん断型の全方向水平力分散型兼用沓の開発等、種々の検討工夫がなされた。



写真-1 完成写真

本文では、松の木7号橋上部工工事の概要と、その施工について報告する。

### 2. 橋梁概要

本橋の橋梁諸元は以下のとおりである。表-1に主要材料の数量を示す。

企業者：秋田県

工事名称：国道橋梁整備工事（国道108号線）

工事場所：秋田県雄勝郡雄勝町松の木地内

橋種：プレストレストコンクリート道路橋

構造形式：5径間連続波形鋼板ウェブPC箱桁橋

橋長：210.0m

支間：27.4m + 3 × 45.5m  
 + 44.9m

有効幅員：車道幅員8.5m

線形：平面R=∞ 縦断6.0%

活荷重：TL-20

架設工法：TL（反力集中）方式押し出し工法

工期：平成6年3月～平成8年3月

表-1 主要数量

	種別	仕様	単位	数量	摘要	
主	コンクリート	$\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$	m <sup>3</sup>	1,080.0		
	鉄筋	SD295A	t	133.7		
桁	PC鋼材	一次	SHPR 930/1080	t	71.8	φ=32mm 外ケーブル
		二次	SMPR 7B	t	12.1	
	波形鋼板・鋼床版	SMA 490 AW	t	138.9	耐候性鋼板	

側面図

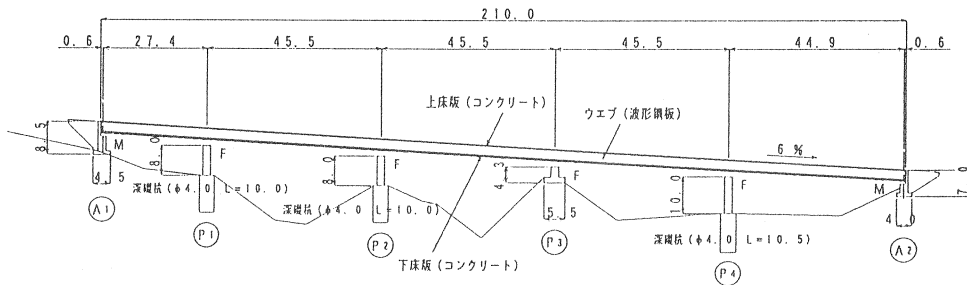


図-1 一般図

3. 工事概要

本橋の一般図および断面図は、図-1に示すとおりである。構造形式は、5径間連続波形鋼板ウェブPC箱桁で、波形鋼板ウェブとの合成構造は、地形条件による下部構造の小型化および、上部主桁自重の軽量化等を満足するものとして採用に至っている。また押し出し工法は、積雪や雪崩による災害、また地山法面が桁下に入り込んでいる状況からも、桁下空間の利用が困難なため決定されたものである。

以下に本橋の構造および施工上の特徴を述べる。

- 1). 主桁ウェブに波形鋼板を採用し、主桁重量を約25%軽減している。
- 2). コンクリート断面積の減少により、プレストレス効率が向上するため、PC鋼材量が減少する。
- 3). 2次鋼材として、外ケーブル方式を採用している。
- 4). 橋脚の小型化により、仮沓を使用しない予備せん断型の、水平反力分散型兼用沓を採用。
- 5). 上・下床版の製作ヤードを連続配置し、ブロック施工サイクルタイムの短縮をはかった。
- 6). 先端3ブロックまでの上床版を施工せず、鋼床版で補強し、手延べ桁として活用した。
- 7). 押し出し架設は、ピロン柱を立てた斜吊り併用押し出し工法を、新しく取り入れた。

4. 主桁の施工

主桁は、全19ブロックの構成で、標準ブロック長は、11.0mである。製作ヤードは、A2橋台背面約60mを使用し、後方のブロック製作ヤード30m部分は、全天候型上屋設備を設置した。

ブロック製作の型枠設備は、図-2に示すように、波形鋼板ウェブの組立を含めた下床版型枠設備と、上床版型枠設備を、橋軸方向に分離して連続配置したが、ブロックの製作サイクルには影響を及ぼさないように、上・下床版同時に施工できるよう配慮した。また、型枠設備は、ウェブ直下部分が押し出し時の滑り架台となり、

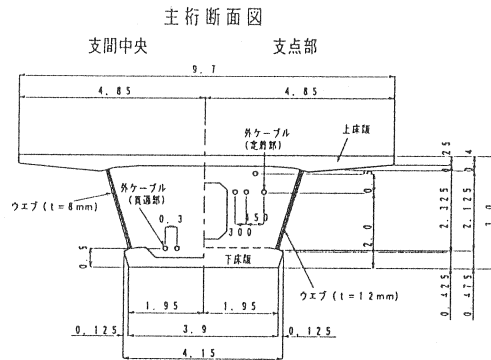
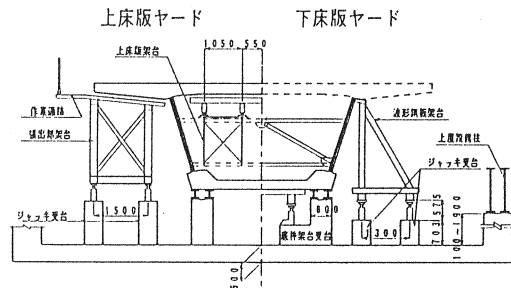


図-2 型枠設備



その他の型枠はすべて、ジャッキによって組立解体できる構造とした。

波形鋼板ウェブは、工場で所定の波形状にプレス加工された鋼板の上下に、フランジプレートに溶接し、そのプレートにスタッドジベルを溶着したものである。この鋼板パネルは、ブロックの標準長(11.0m)に対して2枚(5.5m+5.5m)の構成とした。

鋼板パネルの継ぎ手部は、品質管理の難しい現場溶接を避け、さらに景観を考慮し外観上目立たないように、そして波形の連続性を保つように、パネル端部に箱桁内部側へプレートを取り付け、高力ボルトによって接合することとした。(写真-2)

波形鋼板ウェブと、上・下床版コンクリートとの接合は、波形鋼板ウェブの上下のフランジプレートに溶着されているスタッドジベル(φ=22mm)が、下床版の製作時には、下側フランジのスタッドジベルが下床版コンクリートに接合され、波形鋼板ウェブは、対傾構によって形状を保持された状態でいったん押し出され、連続配置された上床版型枠設備で、上側フランジのスタッドジベルが、上床版コンクリートに接合されることとなる。また、横桁・隔壁部および、デビエーター部(外ケーブルの偏向部)についても、せん断力の伝達と、歪みによる剥離を考慮し、コンクリートとの接合部は、波形鋼板ウェブの内面に、スタッドジベルを溶着し一体化を図った。(写真-3 波形鋼板の組立)



写真-2 鋼板継ぎ手部

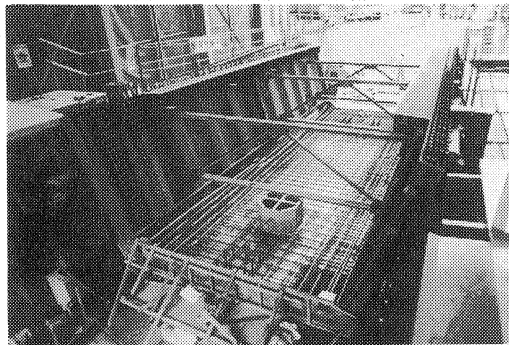


写真-3 波形鋼板ウェブの組立

先端3ブロックまでは、手延べ桁として活用するため、上床版コンクリートの施工は行わないが、剛性を高めるために、波形鋼板ウェブの、上縁ウェブ間を鋼床版として補強した。この鋼床版部分は、架設終了後に、上床版コンクリートの施工を行うが、鋼床版の断面形状を、上床版の断面寸法に合わせているので、そのまま埋設型枠として活用できる構造とした。

## 5. 押し出し架設

### 5.1 概要

斜吊り併用押し出し工法の、手延べ部概略図を図-3に示す。

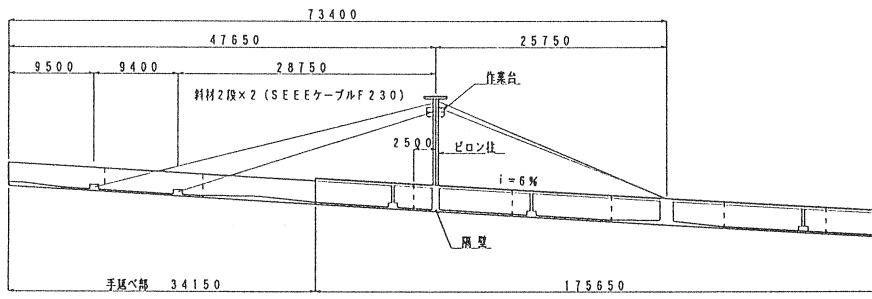


図-3 手延べ部斜吊り概要図

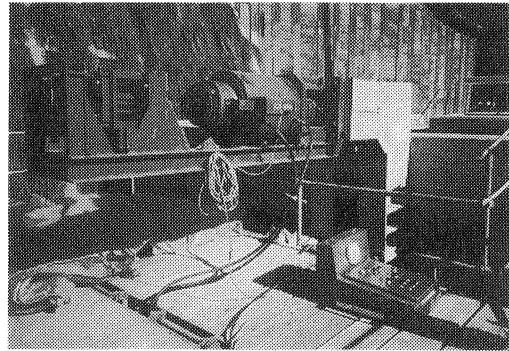
押し出し工法の決定は、架橋位置が沢沿いの片斜面上になっており、植生の保全、冬期の雪崩等を考慮すると桁下空間が、利用できない点からも、もっとも有利な工法と考えた。また、下部構造の小型化、桁断面の縮小により、各橋台・橋脚にジャッキ設備のスペースを確保できないので、集中方式（TL工法）の採用となった。

押し出し工法では通常、主桁先端部に鋼製の手延べ桁を取り付け、張り出しによる主桁断面力を低減するものであるが、本工法では、主桁断面を活用するという方針の中、先端3ブロックの上床版を施工せず、鋼床版として補強したものを手延べ桁代わりに行っているが、軽量化が図られている反面、剛性が小さいので、図一3のように、5ブロック床版上にピロン柱を立て、斜吊りケーブルによって先端手延べ部を補強する、斜吊り併用押し出し工法とした。

### 5.2 押し出し設備

押し出し設備は、反力台であるA2橋台に500tジャッキを1台設備した。（写真一4）また、張り出し架設時の安定上、製作ヤードからA2橋台間に2基、第1径間であるA2～P4間に1基の計3箇所に仮支点を設けた。構造はコンクリート製とした。

仮支点部の滑り支承部は、コンクリート製としステンレス板を巻き、桁との間には、テフロン板を挿入し、押し出し時の滑り摩擦を低減している。橋台および橋脚上の支承部は、滑り沓との兼用沓とし、押し出し時は、ステンレスプレートを組み立てておき、完成時にこのプレートを取り替えた。また、押し出し時には、滑り支承および、兼用沓と一体化された横ブレ装置を取り付けてあり、架設時の横ズレの制御および地震等に対処できる構造とした。



写真一4 ジャッキ設備

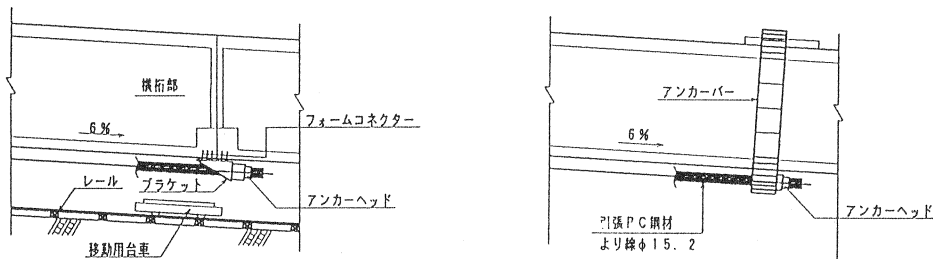
ピロン柱は鋼製とし、斜吊り鋼材には、SEEE-F230型を前後8本使用した。先端定着部は、鋼床版部を抜けば下床版に埋め込んだアンカーバーにケーブルを接続し、後方アンカー部は、上床版部に、ブラケットをPC鋼棒で定着し、ケーブル端を固定した。

### 5.3 押し出し架設

押し出し架設は、ジャッキと引っ張り鋼材（1T-15.2mm×31本）により、ブロックの桁下に取り付けたブラケットまたは、上床版から下床版を貫いたアンカーバーとの組み合わせで押し出される。（図一4）

ブラケット式

アンカーバー式



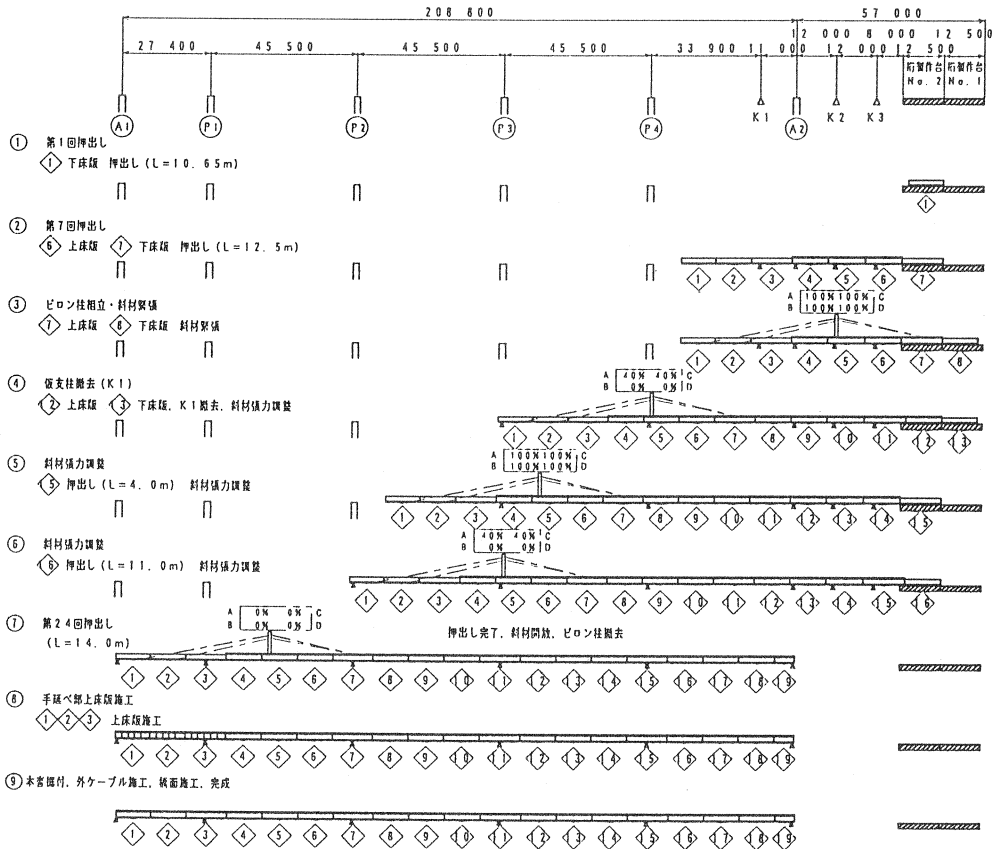
図一4 引っ張り鋼材定着図

この時滑り支承部では、桁下とステンレス板との間にテフロン板を挿入し、桁と共滑りさせて、前方にでたテフロン板を、後方に戻し、繰り返し挿入し移動が行われる。

ピロン柱は、第7ブロックの施工が終了した後に、第5ブロックの床版上に組み立てた。斜材ケーブルの緊張は、ピロン柱上部の定着部側で行い、緊張作業は、前後左右のケーブルに張力差がでないよう留意した。

また、この斜吊りケーブルは、押し出し時の架設状態により張力の調整が必要となるが、これは、斜材張力によってピロン柱から伝達される軸力により、架設ステップに応じて、ピロン柱直下の主桁応力度が、許容値を超える状態が生ずるためである。このため架設時は、施工の安全を確認するため計測管理を行った。

図一5に架設施工手順の概要を示す。



図一5 架設概略図

## 6. 支承工

### 6.1 構造

支承材は、下部構造の小型化に対応できるように、予備専断型のリング沓とし、全方向水平力分散型の兼用沓が組み合わされた。これは、A1, A2橋台および、尾根上にあるP3橋脚では、ストッパーに装着した水平ダンパーを組み合わせることで地震時水平力の多くを負担させることができ、中間の片斜面上にある橋脚(P1, P2, P3,)の小型化が可能となったものである。

### 6.2 支承の移動

押し出し架設時の支承位置は、ウェブ直下となっているので、押し出し完了後は、主桁をジャッキアップし、所定の位置に横移動しなければならない。橋台部とP3橋脚は、地盤面からバンドを組立て、その他の橋脚は、橋脚上部に埋め込まれているジャッキ受け部材から、主桁をジャッキアップし、兼用沓の滑りプレートを交換して、所定の位置(内側に325mm)に横移動し据え付けた。

## 7. 外ケーブル工

外ケーブルは、箱桁内部に配置しているが、角変化によるストレス導入のロス、作業性を考慮して、連続配置は2径間とし、ラップ区間を1径間とった。鋼材には、PC鋼より線(SWPR7B)9SB15.2mm、定着体にはMC9S15.2を使用した。また、ケーブルの保護管には、高密度ポリエチレン管(PE管)を使用した。緊張定着端は、端支点横桁および中間支点横桁となっている。(写真-5)

### 施工手順

- 1) 主桁製作時に、横桁には定着体セット用の内トランペットを、デビエーター部にはPE管を通過させるための偏向管を、所定の位置・角度で埋め込んでおく。
- 2) 架設終了後にPE管を配置し、継ぎ手部を熱線ソケットで溶着する。
- 3) プッシングマシンで、PC鋼線を1本毎に挿入する。
- 4) 定着体を組み立て緊張ジャッキをセットし、A1側から両引き(一部を除く)で、偏心がかからないように左右交互に緊張する。
- 5) 定着部にグラウトキャップを取り付け、また、ケーブルの角変化部には、エアークッキパイプと充填確認用のホースを取り付け、A2側から注入した。

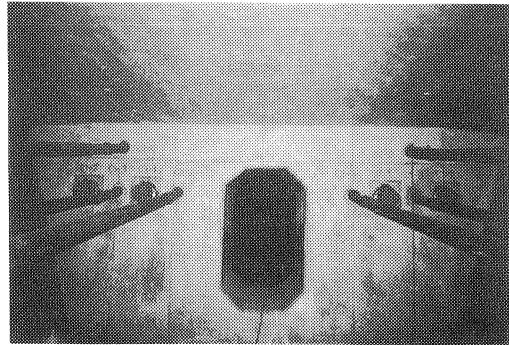


写真-5 外ケーブル配置

## 8. 施工管理

押出し架設時は、張り出し状態により主桁応力度が刻々変化していく、そこで架設状態での主桁応力度を把握するため計測管理を行った。計測項目は、下記の3点とした。

- 1) ビロン柱直下断面の主桁応力度  
主要箇所には有効応力計、鉄筋径を埋め込み、施工ステップごとの応力度を計測した。
- 2) 斜吊りケーブルの張力  
張力管理は、調整回数が多い上段ケーブルの前方・後方の緊張端に、荷重計(ロードセル)を取り付け斜材ケーブルの張力を計測した。
- 3) 手延べ部先端のたわみの測定  
レベルにより張り出し先端でのたわみ量を測定した。

以上の計測結果より得られた数値は、ほとんど設計値付近でばらついている。また、不審な挙動も見られなかった。これは、設計思想の妥当性を示唆するものと考えられる。

## 9. おわりに

松の木7号橋は、予定通り平成8年3月に無事終了し、供用開始を待つのみとなっている。本文では、施工について述べたが、架設終了後には設計検証の種々な実橋試験も行っており、この工事実績が、今後の同種合成構造の発展の一助になれば幸いである。

最後に、秋田県土木部並びに、技術検討委員会(委員長:池田尚治横浜国立大学教授)各委員、および関係各位の方々、多大なる尽力とご指導に深く感謝の意を表します。