

## 温海川橋 (全外ケーブルを用いた波形鋼板ウェブ箱桁橋) の設計・施工

(株) ピーエス三菱 東北支店	正会員	○石川 和浩
(株) ピーエス三菱 東北支店	正会員	梶谷 孝志
日本道路公団 東北支社鶴岡工事事務所		小野 俊明
日本道路公団 東北支社建設部構造技術課		馬場 岳夫

### 1. はじめに

温海川橋は、現在建設が進められている日本海沿岸東北自動車道の山形県温海町に位置する、橋長 218m の PC 4 径間連続波形鋼板ウェブ箱桁橋である。本橋は、コスト縮減と維持管理の観点から波形鋼板ウェブと全外ケーブル方式を採用した。また、架橋位置が温泉街、小学校に隣接していることから景観に配慮し、斜ウェブ、R 型枠を採用することでスレンダーなイメージの主桁形状とした。

温海町は日本海に面しているが、本橋は海岸から約 1km 離れており塩害対策地域に該当しないため、かぶり増加や塗装鉄筋使用等の対策は行っていない。

施工方法は全支保工方式を採用したが、冬期は施工環境が厳しくなるため休止期間とし、2 径間毎の分割施工とした。

本稿は、これらの特徴を有する本橋の設計と施工について報告するものである。

### 2. 橋梁概要

本橋の概要を以下に示す。

工 事 名：日本海東北自動車道 温海川橋 (PC 上部工) 工事

路 線 名：日本海沿岸東北自動車道

工事箇所：山形県西田川郡温海町大字温海

工事期間：平成 13 年 1 月～平成 16 年 1 月

発 注 者：日本道路公団 東北支社

構造形式：PC 4 径間連続波形鋼板ウェブ箱桁橋

橋 長：218.0m

支 間：62.3m+2@51.5m+51.3m

幅 員：全幅 11.300m 有効幅員 10.500m

材 料：コンクリート 早強  $\sigma_{ck}=36\text{N/mm}^2$

：波形鋼板 SM490YB

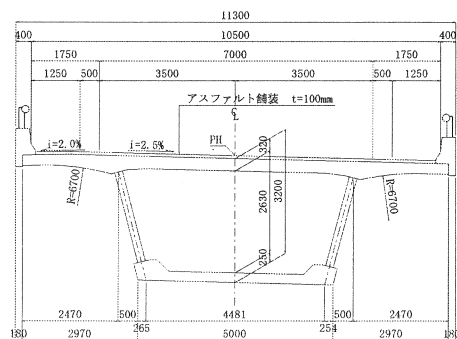


図-1 標準断面図

標準断面図を図-1に、全体一般図を図-2に示す。

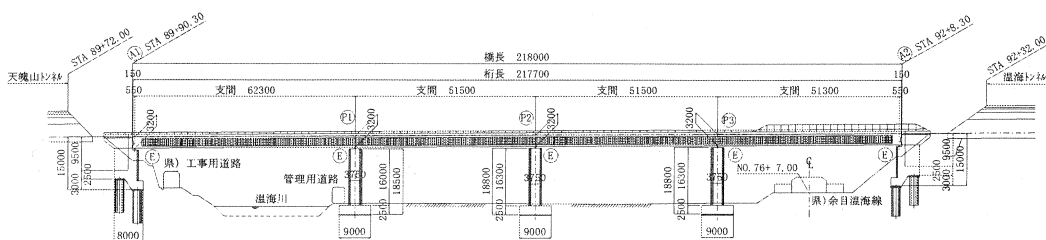


図-2 全体一般図

### 3. 波形鋼板の設計

#### 3.1 波形鋼板の設計

波形鋼板の形状は、これまでの実績などを勘案してフランスのドール橋と同様の形状とした。本橋の波形鋼板ウェブの形状を図-3に示す。

設計は、せん断力を全て波形鋼板で受け持つこととして、設計荷重作用時、終局荷重作用時(局部、全体、連性座屈)に対する安全性の照査を行った。その際、本橋は景観性から斜ウェブを採用したため、ウェブ配置角度による座屈強度低下を考慮し、 $1/\sin \theta$ 程度(=1.1)の安全率を確保した。また、非線形 FEM 解析によりせん断座屈に対する安全性を照査した結果、終局荷重時での安全率は約 2.7 であった。

波形鋼板相互の接合方式は重ねすみ肉溶接とし、上下のスカーラップ形状は既往の疲労実験の結果と現場溶接の施工性から図-4に示す形状を採用した。

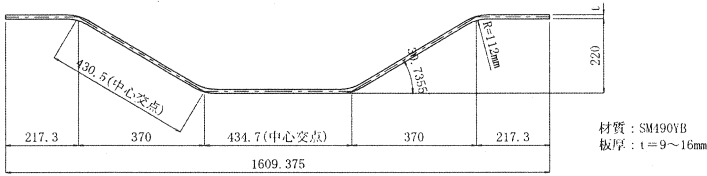


図-3 波形形状

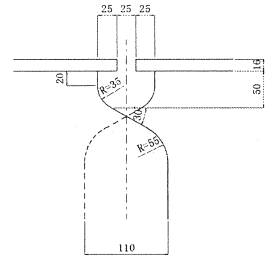


図-4 スカーラップ形状

#### 3.2 コンクリート床版との接合

上下フランジと波形鋼板ウェブとの接合部は、孔あきアングルプレートをフランジに溶接し、両面にU字鉄筋を配置し孔に鉄筋を通すアングルジベル方式を採用した(図-5)。

橋軸方向の水平せん断力についてはアングルジベルが、横方向の断面力についてはU字鉄筋を介し貫通鉄筋が抵抗するとして設計を行った。U字鉄筋は既往の疲労実験結果より、アングルジベルにフレーザー溶接しない構造とした。

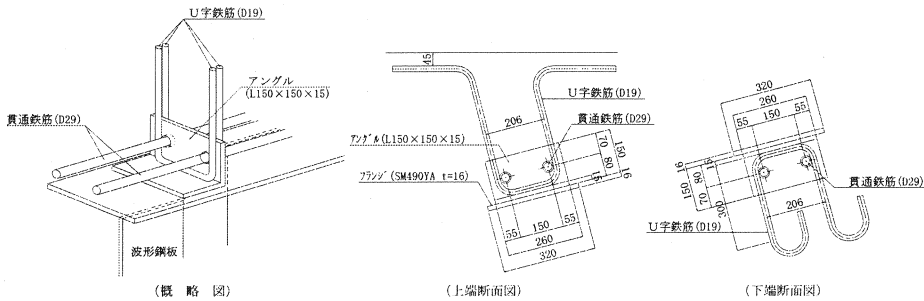


図-5 アングルジベル

#### 3.3 裏打ちコンクリートの設計

裏打ちコンクリートは、中間支点部での断面に作用する断面力を、円滑に波形鋼板ウェブを有する断面に伝達させるために中間支点部に設置した。作用せん断力は裏打ちコンクリートと波形鋼板のせん断剛性比に比例して分担するものとして算出し、設計荷重作用時において斜引張応力度の照査、終局荷重作用時において配置鉄筋量の決定を行った。また、裏打ちコンクリートと波形鋼板ウェブとの一体性の確保は、スタッドボルトを配置することにより行った。図-6に裏打ちコンクリート部配筋図を示す。

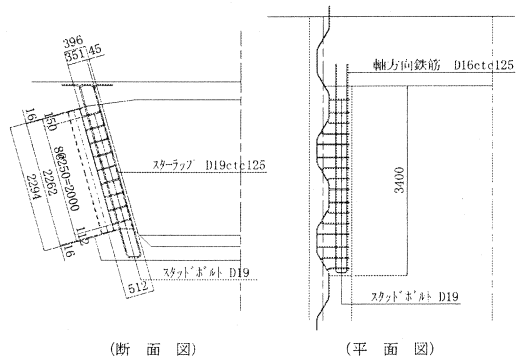


図-6 裏打ちコンクリート部配筋図

#### 4. PC鋼材について

##### 4.1 外ケーブル

本橋は全外ケーブル方式を採用し、外ケーブルとして19S15.2を使用した。PC鋼材配置を図-7に示す。

外ケーブル本数は、1期施工区間で16本、2期施工区間で10本となった。なお、緊張方向は将来的な交換作業を考慮して全て主桁内部からの片引き緊張とし、各径間に予備孔を配置した。また、外ケーブルの防錆は「透明シース+グラウト」方式とした。

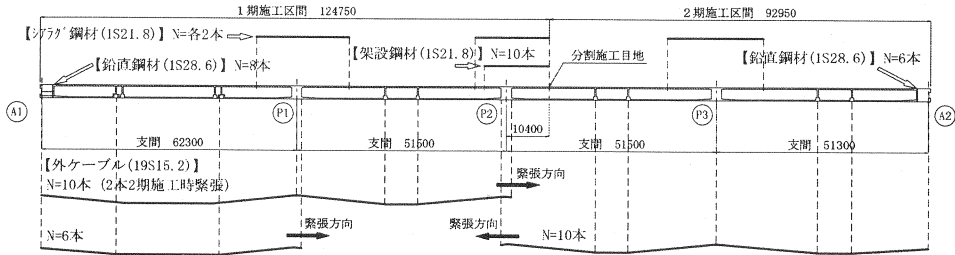


図-7 PC鋼材配置

##### 4.2 支点横桁およびデビエーターの形状

本橋は全外ケーブル方式の波形鋼板ウェブ橋であるため、PC鋼材の定着は全て端支点および中間支点横桁で行い、またデビエーターにおいてPC鋼材の偏向を行った。そのため支点横桁およびデビエーターについては、FEM解析により部材厚等の形状と補強方法の決定を行った。

解析の結果、中間支点横桁では発生引張応力がコンクリートの引張強度以下であったが、端支点横桁部については定着背面に最大  $5.6\text{N/mm}^2$  の引張応力が発生していた。そこで、当初設計より横桁厚を1000mm厚くし、さらに鉛直方向引張力に対しては鉛直プレグラウト鋼材 IS28.6 を配置して補強することとした。

デビエーターについては、A1-P1 径間では16本の鋼材が偏向することにより、下床版ハンチ部に約  $4.6\text{N/mm}^2$  の鉛直方向引張力が生じていた。よって、デビエーターを2箇所に分けて偏向することとし、さらにウェブ付近の部材厚を300mmずつ増厚することとした。その結果、 $2.4\text{N/mm}^2$  の引張応力となり、コンクリートの引張強度 ( $2.51\text{N/mm}^2$ ) 以下に抑えることができた。

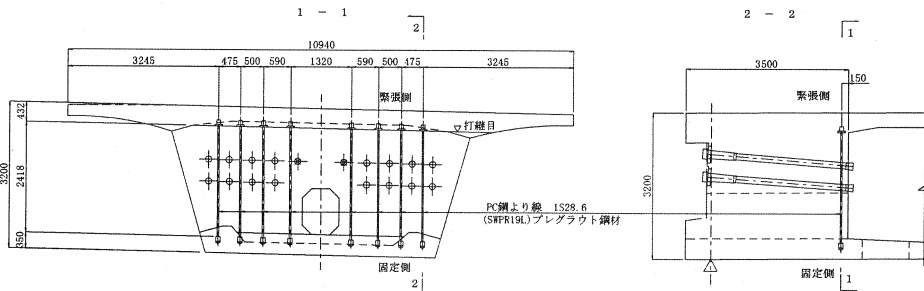


図-8 変更後の端支点横桁 (A1側)

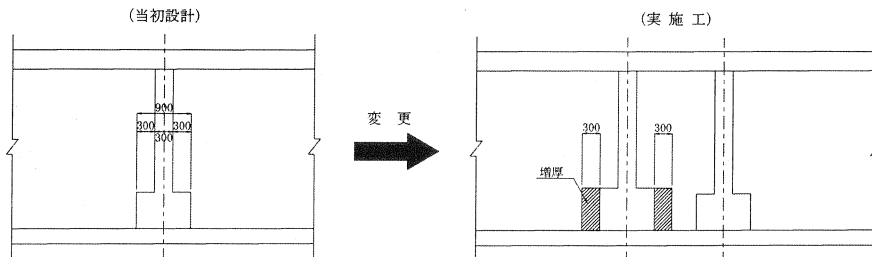


図-9 デビエーター形状 (A1-P1 径間)

#### 4.3 架設鋼材

施工目地位置は、曲げモーメントの変曲点付近 (0.2Lの位置) であることと波形鋼板の波長を考慮して、P2より10.4mの位置とした。このため1期施工終了時には、この区間が張出し状態となり、上縁に引張が生じる。また、この状態で冬期休止期間に入ることもあり、補強を行うこととした。補強方法として、a)内ケーブルとしてプレグラウトPC鋼材 (IS21.8) を配置、b)鋼製ブラケットを用いた架設外ケーブルの使用、の2案を検討したが、プレグラウトPC鋼材は完成構造系においても部材の耐力向上に寄与することから、プレグラウトPC鋼材を配置し、 $1\text{N}/\text{mm}^2$ 程度のプレストレスを導入して補強することとした。

#### 4.4 シアラグ鋼材

外ケーブルが定着される中間支点部の張出し床版先端付近はシアラグの影響により外ケーブルのプレストレス力が分布せず、負曲げの状態においては耐久性への影響が懸念された。そのため、中間支点付近の張出し床版先端部分にシアラグ鋼材としてプレグラウトPC鋼材 (IS21.8) を片側1本ずつ配置した。

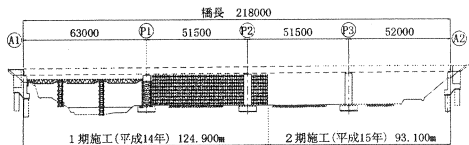
#### 5. 施工

本橋の施工方法は、全支保工施工とした。ただし、冬期は施工環境が厳しくなるため休止期間を設けることとし、2径間毎の分割施工とした。支保工形式は、A1-P1径間は河川部、P3-A2径間は県道部をそれぞれ跨ぐためトラスガーダー支保工とし、その他の2径間はくさび固定式支保工とした。

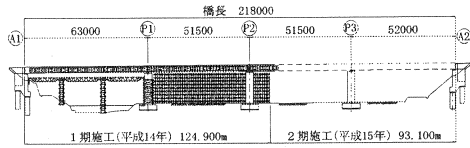
また施工に伴い、事前に温度解析を実施し、構造物の健全性を確認した。

1期施工の施工ステップを図-10に示す。

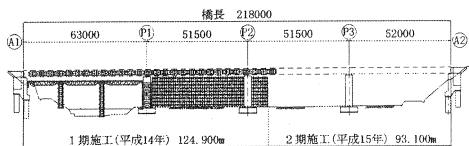
Step-1 1期施工部・支保工組立



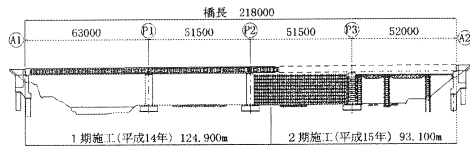
Step-3 1期施工部・床版施工



Step-2 1期施工部・波形鋼板架設



Step-4 1期施工部・支保工解体、2期施工部・支保工組立



※2期施工も同様なステップであり、波形鋼板架設→床版施工→支保工解体→橋面施工となる。

図-10 施工ステップ (1期施工)

#### 6. おわりに

温海川橋は、平成15年6月現在、2期施工部を施工中である (写真-1)。8月に上床版のコンクリート打設、9月に外ケーブルを緊張し、引き続き橋面工などを施工し、本年中の完成を目指している。

最後に、本橋の設計・施工にあたり、多大なご協力をいただいた関係各位に深く感謝の意を表す次第である。

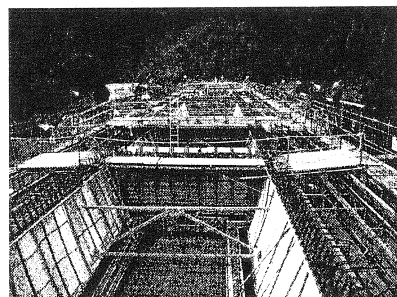


写真-1 施工状況

#### 参考文献

- 1) 臼井和絵：日本海東北自動車道 温海川橋 -波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋-，第8回庄内・土木技術フォーラム講演概要集，pp23~24，2003.5