

日本海沿岸東北自動車道君ヶ野川橋の設計 - 全外ケーブルによる張出し架設工法 -

日本道路公団 東北支社 構造技術課 新井 恵一  
 日本道路公団 東北支社 秋田工事事務所 原田 祐治  
 (株)ピー・エス 機動建設工業(株) J V 正会員 姉帯 弘  
 (株)ピー・エス 東北支店土木技術部 正会員 ○大林 敦裕

1. はじめに

君ヶ野川橋は、日本海沿岸東北自動車道のうち秋田県由利郡岩城町に位置し、全外ケーブル方式により張出し架設で施工される橋長 363.0m、最大支間長 97.0m の PC 5 径間連続ラーメン箱桁橋である。

本論文は、全外ケーブル方式による張出し架設工法の採用にあたって検討した下記の事項について報告するものである。

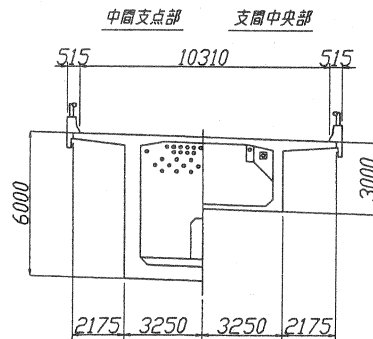
- ①架設外ケーブルの取換えを考慮した定着突起形状の検討
- ②移動作業車による施工に配慮した偏向部形状の検討
- ③連続外ケーブルが全数定着される端支点横桁厚の検討

2. 橋梁概要

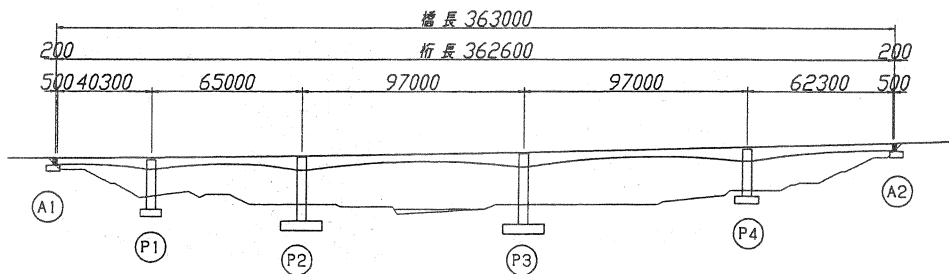
以下に橋梁概要を示す。

- 工事名 : 日本海沿岸東北自動車道 君ヶ野川橋 (PC 上部工) 工事
- 工事場所 : 秋田県由利郡岩城町内道川地内
- 構造形式 : PC 5 径間連続ラーメン箱桁橋
- 橋長 : 363.0 m
- 支間 : 40.3+65.0+2@97.0+62.3 m
- 有効幅員 : 15.310 ~ 10.310 m
- 平面線形 : R=1800 m
- 架設工法 : 張出し架設工法
- 使用鋼材 : 架設外ケーブル 19S15.2  
 連続外ケーブル 19S15.2
- コンクリート強度 : 主桁  $f_{ck} = 40\text{N/mm}^2$

断面図



側面図



### 3. 検討概要

定着突起, 偏向部及び端支点横桁厚の検討は, 立体FEM解析により, PC鋼材定着によるひび割れ発生を抑制するため部材に発生するコンクリートの引張応力がコンクリートの引張強度以下となる様に形状を決定した。コンクリートの引張強度は「コンクリート標準示方書」(土木学会 H8年版)により算出するものとした。

$$\text{コンクリートの引張強度: } f_{tk} = 0.23 \cdot f_{ck}^{2/3} \quad f_{ck}: \text{設計基準強度}$$

$$= 0.23 \cdot 40^{2/3} = 2.7 \text{ N/mm}^2$$

### 4. 定着突起形状の検討

定着突起は, 施工実績のある突起形状を参考にしたが外ケーブル取換え時の施工を容易にするため再緊張には1本引きジャッキを用いる事として形状を決定した。図-2に検討した定着突起形状を示す。

| 検討CASE   | 平面図 | 断面図 | コンクリート応力度  |
|--|-----|-----|--|
| <b>CASE-1</b><br>ケーブル取換えを考慮していない形状。ウェブ平行定着とした場合に実績のある形状。定着位置はウェブからの離れが水平方向に300mm, 突起幅700mmとした。   |     |     | 最大引張応力度<br>・鉛直方向 2.4N/mm <sup>2</sup><br>・水平方向 1.4N/mm <sup>2</sup><br><2.7N/mm <sup>2</sup> → O.K |
| <b>CASE-2</b><br>ケーブル取換えを考慮した形状。1本引きジャッキで緊張するためには先緊張ケーブルによる拘束が無いようにケーブル形状が1方向の曲げしか許容出来ないため定着角度を持たせた。このため定着にはウェブより水平方向に最大400mmの離れが必要で, 突起幅800mmとした。 |     |     | 最大引張応力度<br>・鉛直方向 3.9N/mm <sup>2</sup><br>・水平方向 1.7N/mm <sup>2</sup><br>>2.7N/mm <sup>2</sup> → N.G |
| <b>CASE-3</b><br>CASE-2の鉛直方向の引張応力を解消するため幅250mm増厚した。奥行きは通過ケーブルが側面を斜めに通過するのを防ぐため1000mmとした。   |     |     | 最大引張応力度<br>・鉛直方向 2.6N/mm <sup>2</sup><br>・水平方向 2.6N/mm <sup>2</sup><br><2.7N/mm <sup>2</sup> → O.K |

図-2 突起形状の検討

図-3に示すとおり定着部とウェブの接合部に若干の応力集中がみられるもののCASE-3の形状により, コンクリートの引張強度を満足することができた。

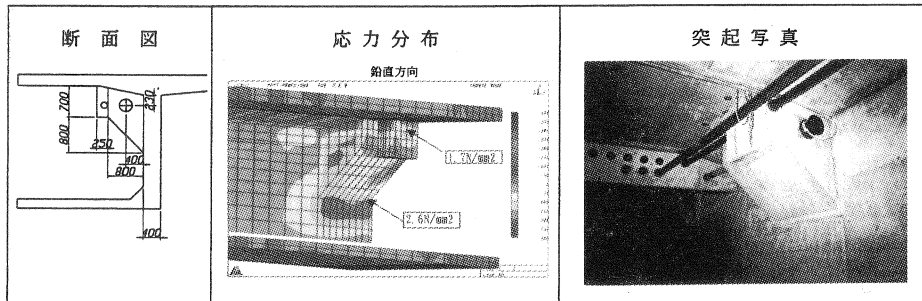


図-3 突起形状および応力分布

### 5. 偏向部形状の検討

偏向部は、移動作業車の内型枠支持梁の配置を妨げない構造とするとともに、架設外ケーブルの取換えも可能な形状とした。検討条件は、連続ケーブルの最大曲上げ角度  $5.6^\circ$  による鉛直分力が桁中心側の孔に作用するものとして発生応力を検討した。図-4に偏向部形状決定に際して検討した断面を示す。

| 検討CASE  | 断面図 | 平面図 | コンクリート応力度  |
|---|-----|-----|--|
| <b>CASE-1</b><br>ケーブルの取換えを考慮しない形状。<br>突起形式の偏向部にウェブと平行に幅 500mm、厚さ 400mm のリブを設ける。         |     |     | 最大引張応力度<br>・鉛直方向 2.9N/mm <sup>2</sup><br>・水平方向 1.4N/mm <sup>2</sup><br>>2.7N/mm <sup>2</sup> → N.G |
| <b>CASE-2</b><br>ケーブルの取換えを考慮しない形状。<br>上記形状にハンチを設ける。<br>ハンチの形状はワーゲンの内型枠支持梁の配置を妨げない構造とした。 |     |     | 最大引張応力度<br>・鉛直方向 1.2N/mm <sup>2</sup><br>・水平方向 1.3N/mm <sup>2</sup><br><2.7N/mm <sup>2</sup> → O.K |
| <b>CASE-3</b><br>架設外ケーブル取換え可能とするため、リブ上側の垂直部分を除いた形状。                                     |     |     | 最大引張応力度<br>・鉛直方向 1.2N/mm <sup>2</sup><br>・水平方向 1.3N/mm <sup>2</sup><br><2.7N/mm <sup>2</sup> → O.K |

図-4 偏向部形状決定に際して検討した断面

検討結果より、偏向部上面にハンチ付きのリブがあれば偏向部付近の下床版上面に発生する引張応力を小さくできる事が確認できた。本橋ではケーブル取換えを可能にするためCASE-3の形状に決定した。またリブ厚を300mmとした場合は、コンクリートの許容引張強度を満足出来ないため400mmとした。

図-5に示すとおり偏向部上面に若干の応力集中がみられるが、その値は小さい。

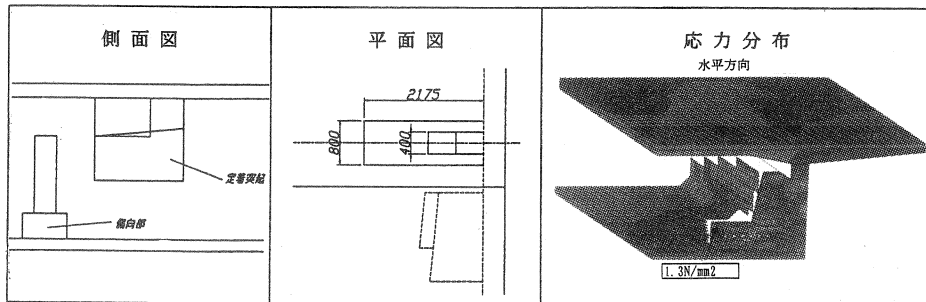


図-5 偏向部形状および応力分布

### 6. 端支点横桁厚の検討

端支点横桁は、全外ケーブル方式の採用により定着本数が従前の内外ケーブル併用形式と比べて多い12本になっていることと将来の維持管理性の向上を目的とし横桁に検査孔を設置するために、適正な厚さの検討を行い決定した。図-6に端支点横桁の厚さ決定に際して検討した断面を示す。

| 検討CASE   | 側面図 | 断面図           | コンクリート応力度   |
|--|-----|---------------|---|
| <b>CASE-1</b><br>横桁厚 = 1850mm (当初設計)<br>当初設計の横桁厚に外ケーブル12本 (19S15.2) を配置。<br>当初設計においては内ケーブル10本 (12S15.2)、外ケーブル6本 (19S15.2) を配置。 |     | 横桁背面 鉛直方向<br> | 最大引張応力度<br>・鉛直方向 5.2N/mm <sup>2</sup><br>・水平方向 3.2N/mm <sup>2</sup><br>>2.7N/mm <sup>2</sup> → <u>N.G</u> |
| <b>CASE-2</b><br>横桁厚 = 2750mm<br>外ケーブル12本 (19S15.2)  |     | 横桁背面 鉛直方向<br> | 最大引張応力度<br>・鉛直方向 2.7N/mm <sup>2</sup><br>・水平方向 2.0N/mm <sup>2</sup><br><2.7N/mm <sup>2</sup> → O.K        |
| <b>CASE-3</b><br>横桁厚 = 2750mm<br>上記モデルに検査孔を設置。<br>検査孔の寸法は横桁背面のコンクリートの引張強度を満足する最大の寸法を確保した。                                      |     | 横桁背面 鉛直方向<br> | 最大引張応力度<br>・鉛直方向 2.7N/mm <sup>2</sup><br>・水平方向 2.0N/mm <sup>2</sup><br><2.7N/mm <sup>2</sup> → O.K        |

図-6 横桁厚決定に際して検討した断面

検討結果より、全外ケーブルの採用により横桁は 900mm の増厚が必要となり、全厚としてほぼ桁高と同程度となった。また検査孔は許容引張強度を満足できる 600 × 1000mm の大きさに決定した。

図-7に示すとおり、横桁背面に応力集中がみられるがコンクリートの引張強度を満足することができた。

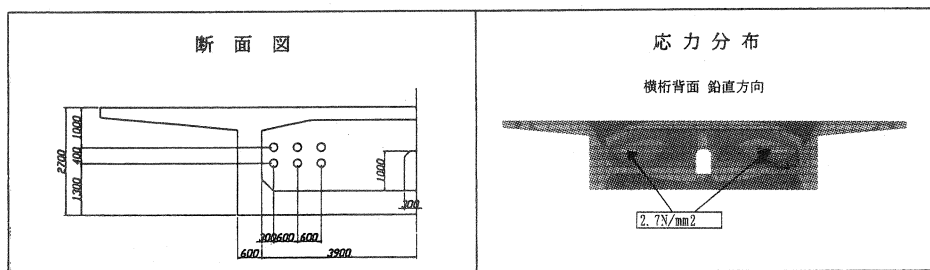


図-7 端支点横桁形状および応力分布

## 7. まとめ

今回の検討結果をまとめると以下ようになる。

- ① 定着突起の定着位置はウェブに近づけた方が良いと考えられるが、1本引きジャッキによるケーブルの取換えを可能とした場合でも定着位置付近のわずかな増厚だけで対応できた。
- ② 偏向部は、隔壁形式としなくても突起にリブを設けることで、ワーゲンの内型枠支持梁の配置を妨げない構造とする事ができた。
- ③ 連続外ケーブルが定着される端支点横桁は、プレストレスによる補強を行わない場合、桁高程度の厚さが必要ことが確認された。