

(仮称) 茂辺地高架橋の施工

— プレキャストセグメント工法による 11 径間連続 PC ラーメン橋 —

笠松 周悟*1・干場 宏幸*2・森田 秀人*3・稲原 英彦*4

1. はじめに

茂辺地高架橋は、総延長約 70 km の函館江差自動車道の内、富川 I.C と茂辺地 I.C の中間地点である北斗市茂辺地地内を通過する橋梁であり、茂辺地川と道道上磯厚沢部、市道下岱線を跨ぎ、茂辺地市街地の北側に位置している。函館江差自動車道は一般国道の自動車専用道路であり、北海道縦貫自動車道、函館新道と一体となって道南圏の高速ネットワークを形成している。

本橋梁は、北海道では初の本格的なプレキャストセグメント工法により施工されるが、冬期間の厳しい環境においてもセグメント製作を可能とするために養生設備等を設けるなどしている。下部構造が約 30 m の高橋脚構造となっているため、仮に支承を有する連続桁構造とした場合、完成後の支承の点検、補修等が容易ではなく、それらの検査路等の設備が必要となる。これによりライフサイクルを含めたコスト削減のために連続ラーメン構造が採用されている。完成すれば国内では最大級の多径間（11 径間）連続 PC ラーメン橋となるが、これを実現するため、施工手順に配慮してクリープ乾燥収縮等により橋脚に発生する断面力を軽減する工夫を行っている。本稿は、現時点で施工中である茂辺地高架橋の施工について報告するものである。

2. 工事概要

茂辺地高架橋の工事概要を下記に示す。また、構造一般図を図-1に示す。

構造形式：3 径間連続 + 11 径間連続 PC ラーメン箱桁橋

道路規格：第 1 種第 2 級 B 規格 (100 km/h)

設計荷重：B 活荷重

橋 長：739.0 m

支間長：3 径間部 52.0 + 96.0 + 53.8 (m)
11 径間部 44.5 + 5@48.5 + 2@51.5 + 2@48.5 + 43.2 (m)

有効幅員：10.5 m

平面線形：R = 1494.25 m ~ A = 797.70 m ~ R = ∞

勾 配：縦断勾配 3.00 % ~ 2.00 %

横断勾配 3.00 % ~ 2.00 %

施工方法：3 径間部 場所打ち張出し工法

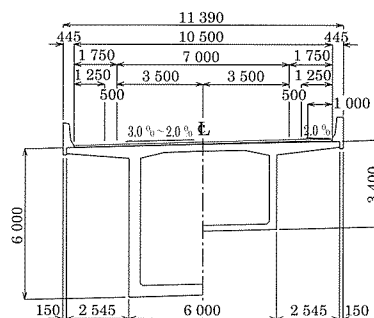
11 径間部 架設桁によるスパンバイスパン工法

3. 施工概要

3.1 施工手順

図-2に施工手順図を示す。まず、3 径間部を移動作業車にて現場打ち架設を行い、A1 橋台側の側径間部の施工のみを残した状態で 3 径間部の橋面上にて、11 径間部施工用の架設桁を組み立てる。その後、架設桁を移動させ、3 径間部の A1 橋台側の側径間部を閉合すると同時に、11 径間部の中央径間部である P8-P9 径間、P7-P8 径間、P6-P7 径間の 3 径間を順にスパンバイスパン工法により架設

主桁断面図



側面図

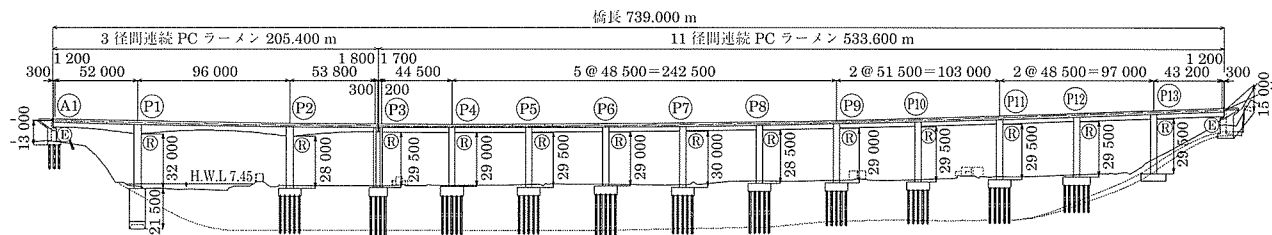


図-1 構造一般図

*1 Shugo KASAMATSU：北海道開発局 函館開発建設部 函館道路事務所

*2 Hiroyuki HOSHIBA：北海道開発局 函館開発建設部 函館道路事務所

*3 Hideto MORITA：大成建設・ピーエス三菱・日本高圧特定建設工事共同企業体

*4 Hidehiko INAHARA：大成建設(株) 土木設計部橋梁設計室

する。次に P3 の桁端側に架設桁を移動させ P3-P4 径間、P4-P5 径間、P5-P6 径間の 3 径間を順に架設を行う。最後に、A2 橋台側に架設桁を移動させ P9-P10 径間、P10-P11 径間、P11-P12 径間、P12-P13 径間、P13-A2 径間の 4 径間を順に架設する。

3.2 施工手順における工夫

11 径間部において前述のように複雑な施工手順を採用した理由は、橋脚部に発生する断面力を少しでも軽減するためである。本橋梁は多径間ラーメン構造のため、クリープ乾燥収縮、プレストレス 2 次力、温度の持続荷重による不

静定力が橋脚部で大きくなってしまいます。作業効率を考慮すれば、架設桁の移動距離を極力小さくするために、P3 側の径間側から順次架設するのが一般的であると考えられるが、前述の施工手順を採用することにより、クリープ乾燥収縮による発生断面力を両側径間に分散し、端部橋脚への負担の軽減による構造の合理化を図っている。なお、P3 側からの順次架設した場合と今回採用した施工手順の P13 橋脚部での発生断面力を比較すると、約 50% 程度低減している。

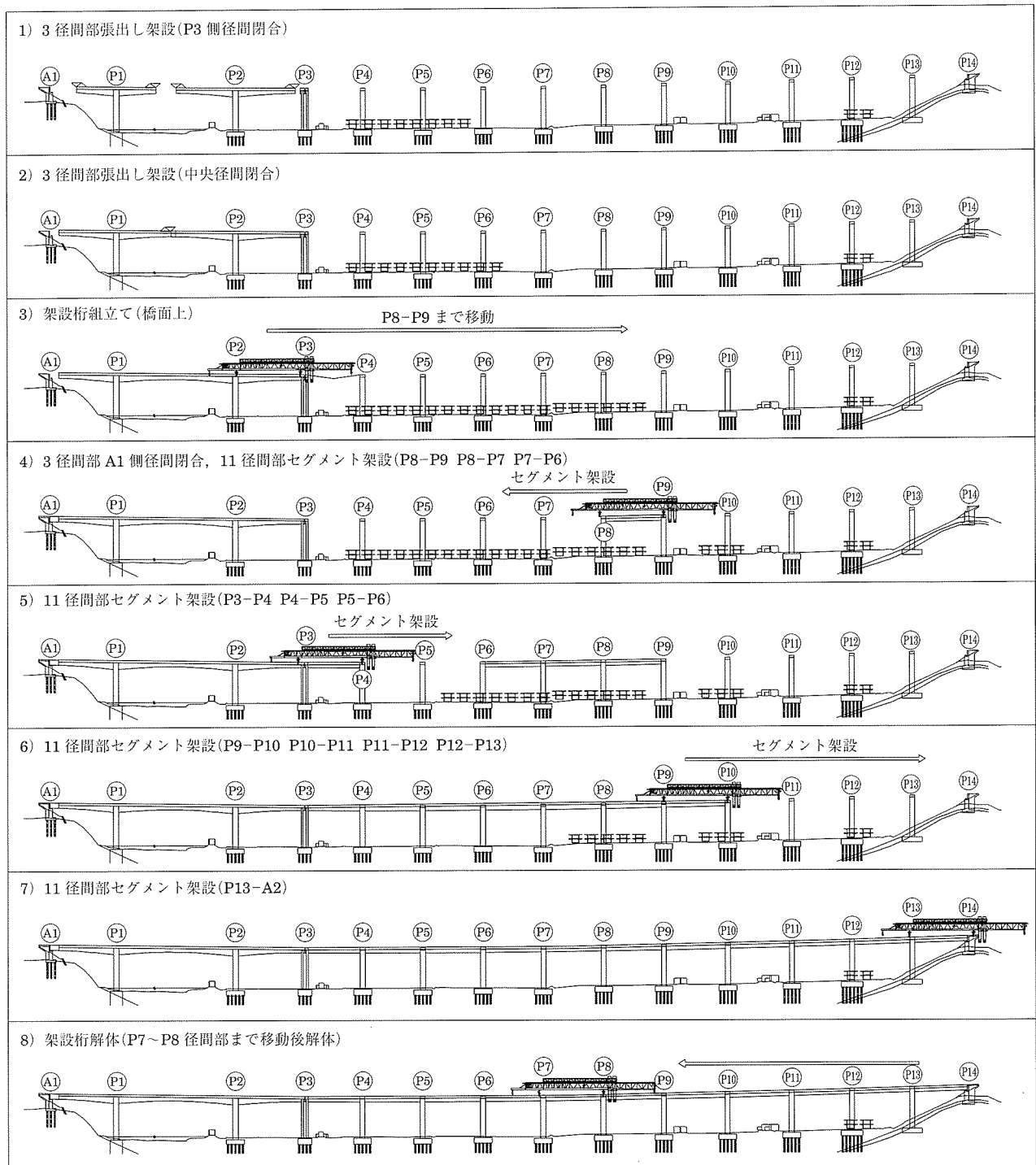


図 - 2 施工手順図

4. プレキャストセグメントの製作

4.1 製作概要

北海道においては冬期（施工場所の函館地区では、1月、2月の平均気温は -3.0°C ～ -4.0°C ）には、品質管理および安全管理上の問題より、温暖な時期を待って本格的に施工を実施することが一般的である。当工事においてはプレキャストセグメント工法を採用することにより、製作場所を限定し上屋設備や養生設備等を設置することで、冬期の施工を可能とした。製作方法としては、冬期養生の効率を考慮し製作設備全体を小さくしたいことにより、ショートラインマッチキャスト方式を採用した。型枠設備は、工事工程により判断し1基とした。また、計画段階において製作効率を考慮して部材の統一化を図り、型枠の組替え等を極力少なくすることで、おおむね1個/1日のサイクルで重量約60tのプレキャストセグメントを総計164個、製作できた。写真-1, 2にプレキャストセグメントの製作状況を示す。

4.2 コンクリートの養生

前述したように通年で1個/1日のセグメント製作を実現するにあたり、次のような方法によるコンクリートの養生を実施した。

- ① コンクリート打設後の必要な強度発現は、翌日の強度として $14\text{ (N/mm}^2\text{)}$ 、さらにその翌日（2日後）には上床版横縮めの緊張強度として $27\text{ (N/mm}^2\text{)}$ である。この所要強度を確実に発現させるために、冬期でもセグメント型枠設備上屋内を 20°C に保つよう室温管理した。
- ② 気温が 4°C を下回る時期においては、セグメント型枠設備上屋内以外に別途、雪寒仮囲を設置し、3日以上 の湿潤日数および寒中コンクリートに要求される養生日数を確保するよう管理した。

写真-3に製作上屋と雪寒仮囲の状況を示す。

4.3 プレキャストセグメント製作時の形状管理

プレキャストセグメント工法においては、セグメント製作時の形状管理が完成時の出来形に大きく影響する。したがって、個々のセグメントの形状管理には十分に注意を払

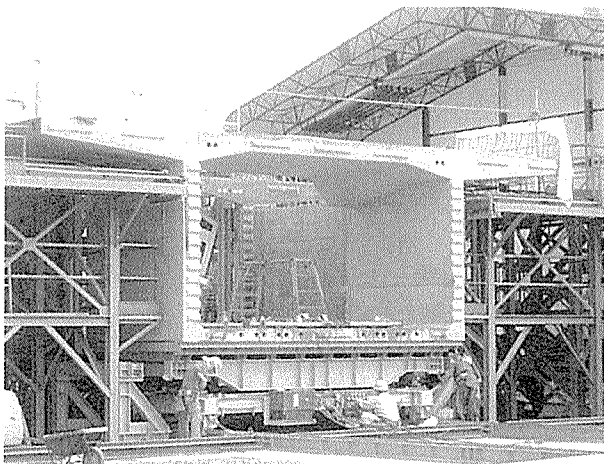


写真-1 セグメント製作状況 (その1)

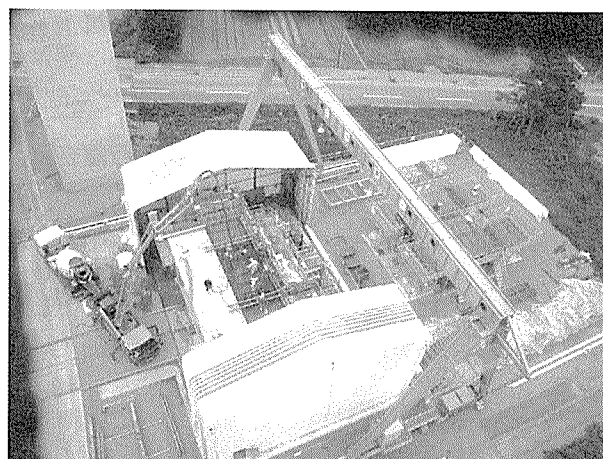


写真-2 セグメント製作状況 (その2)

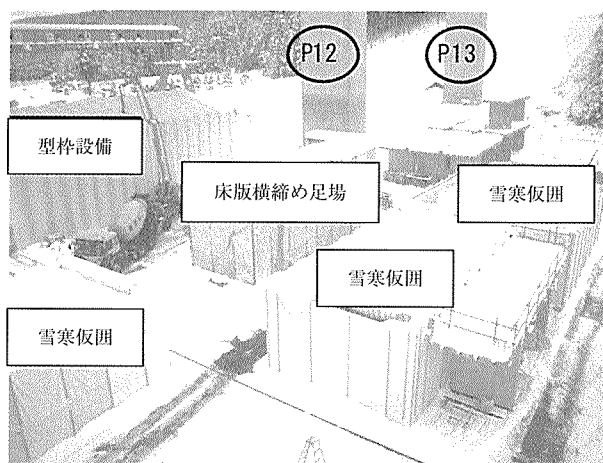


写真-3 製作上屋と雪寒仮囲

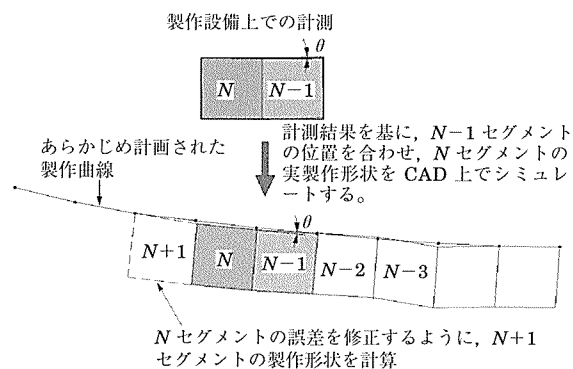


図-3 セグメント形状管理方法概念図

う必要がある。本橋梁において採用した形状管理方法は、以下のとおりである。

図-3に示すように、 N 番目のセグメントの製作後、製作台上の旧セグメント($N-1$)との一体形状を測量機器により計測し、これを基に接合されるお互いの相対位置関係を把握する。その後、その相対位置関係を次々となぎ合わせるシミュレーションをCAD上で行って、桁の実製作形状(=出来形)を把握する。この実製作形状が、上げ越

し計算から決定される計画製作形状と比較し誤差を有する場合には、その次に製作される(N+1)において補正を行い、計画製作形状どおりの形状になるよう管理した。

5. プレキャストセグメントの移動と仮置き

セグメント製作設備からセグメント仮置き場の途中には、路面高さが異なる道道および市道が横断している(高低差=1.6m)。このため縦断勾配があっても走行でき、一般道を横断することが可能なタイヤ式門型クレーン(トランスファークレーン)を使用してセグメントの移動を行った(写真-4)。

セグメントの吊上げについては、張出し床版付根位置にて行うが、事前に設計的な検討を行い有害な損傷が発生しないように安全性を確認した。

セグメントの仮置きについては、一般に3点もしくは4点支持とする場合が多いが、本工事においては3点支持を採用した。これは、セグメント仮置期間が5箇月以上あるため、万一、地盤の不等沈下が生じてセグメントに有害な応力が発生しないようにするためである。

セグメントの吊降しの際に、先に1点だけが接触し角欠けやひび割れを生じるおそれがあることから、支持材は堅木を使用している(図-4)。

仮置きは、スペースの都合上、2段重ねとしているが、上段のセグメント重量による持続荷重により変形し、架設

の接合時に不具合をおこさないよう、変形がきわめて少ないと思われるウェブ直上で支持している。仮置き状況を写真-5に示す。



写真-5 セグメント仮置き状況

6. プレキャストセグメントの架設

6.1 架設桁概要

本橋梁は、架設方法にハンガータイプの架設桁によるスパンバイスパン工法を採用している。使用した架設桁の概要を図-5に示すが、全長119m、総重約900t、支間仮吊り最大荷重は9400kNである。また移動装置を4基有し、これらを使用して各橋脚上を移動する。高所での作業を想定し、ゴンドラが2基設置されている。

6.2 セグメント架設手順

① セグメントの吊下げ、引き寄せ

トレーラーにて地上を運搬されたセグメントは、当該径間にて架設桁のクレーンにより所定の高さまで引き上げられた後、吊り材に盛り替えられる。すべてのセグメントの吊下げが完了したらセグメントの端面(小口面)にアクリル系の接着剤を塗布し、PC鋼棒を用いてセグメントの引き寄せ・接着を行う。

② 場所打ち調整目地部の施工とPC緊張

柱頭部と吊り下げられた端部セグメントの間には、150mmの場所打ち調整目地部(図-6)が設けられている。この部分は無筋コンクリートとなるため、初期ひび割れの防止等を考慮して、上床版部には繊維補強コンクリート(膨張材使用)を採用している。目地部コンクリート打設後にPC鋼材を挿入し、目地部コンクリートの強度発現確認後に緊張を行う。本橋梁は、内ケーブル(12S15.2B)と外ケーブル(19S15.2)を併用しており、内ケーブル緊張後、外ケーブルを緊張する。

③ 架設桁の移動

②の後、次の径間へと架設桁を移動させ、①、②を繰り返し、順次各径間の施工を行う。

架設桁の全景と前述した一連の作業状況を写真-6~9に示す。

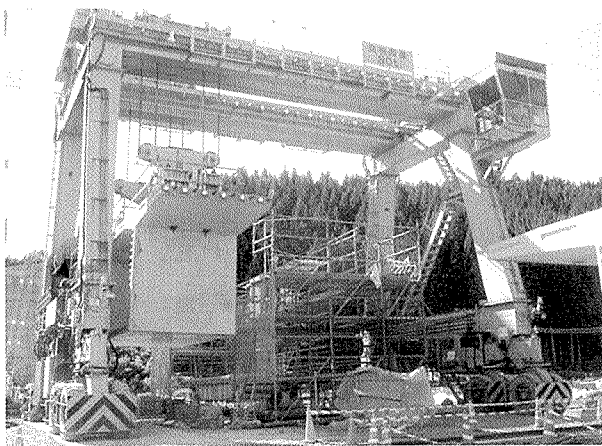


写真-4 トランスファークレーンによるセグメントの移動状況

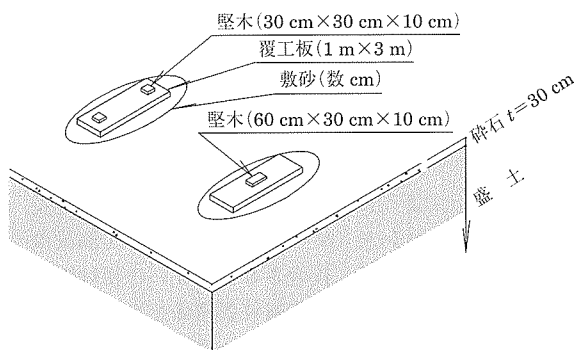


図-4 セグメント仮置き時の支持材

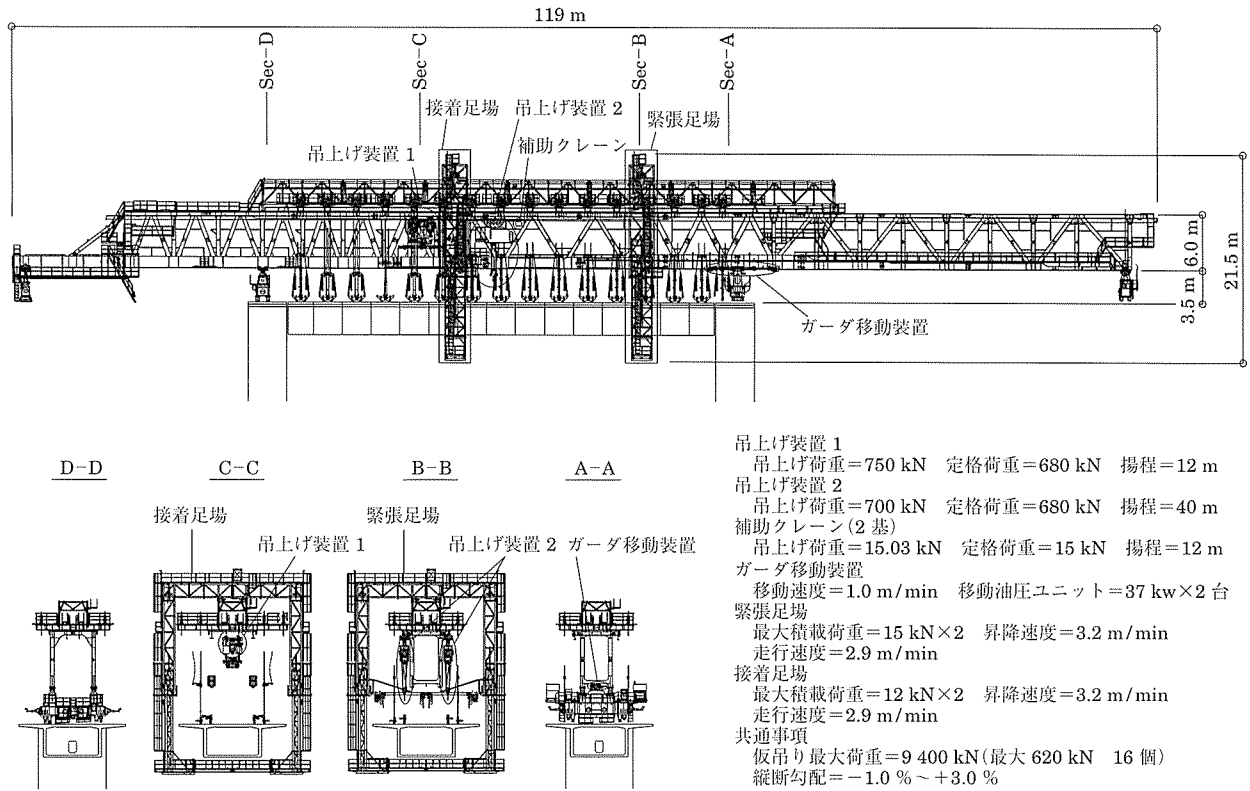


図 - 5 架設桁の概要図

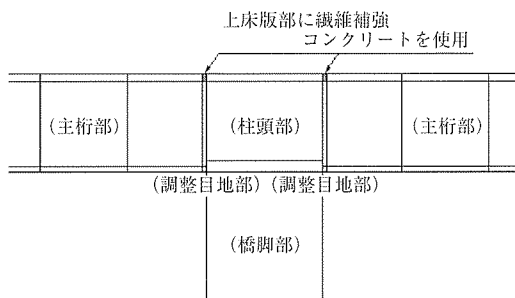


図 - 6 目地部における繊維補強コンクリートの使用

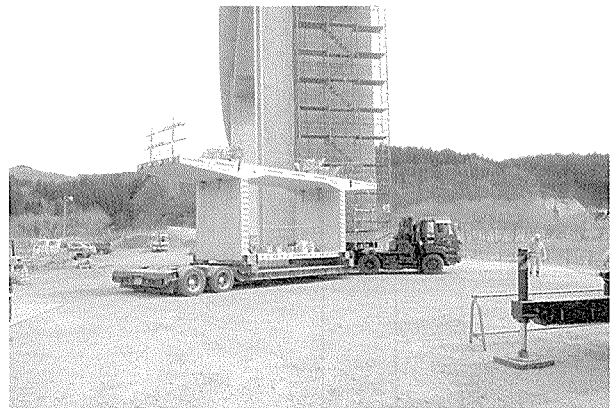


写真 - 7 セグメントの運搬状況

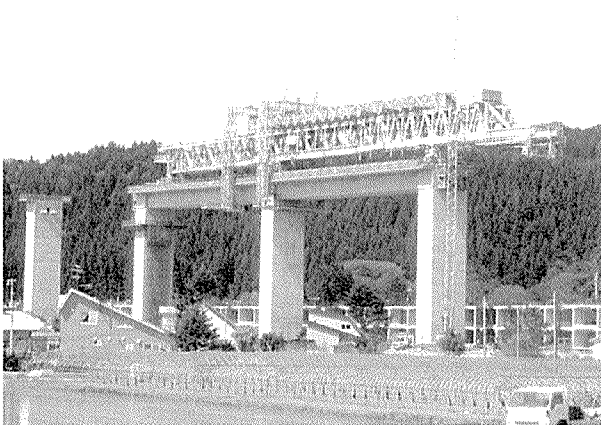


写真 - 6 架設桁の全景



写真 - 8 セグメント架設状況



写真 - 9 セグメント接合終了状況

7. 計測計画

本橋梁は、持続荷重（クリープ乾燥収縮、プレストレス2次力、温度）による橋脚部への影響が大きいことから、あらかじめ橋脚部に計測機器を設置し、設計値との比較を行いながら橋脚の性状を上部工完成後約1年間モニタリングする予定である。

計測位置は、各橋脚の中で比較的大きな断面力の発生が予想されている両端部で、P4、P5、P12、P13の4橋脚であり、図-7に示すように橋脚の上端および基部を計測対象としている。使用する計測機器は以下のとおりである。

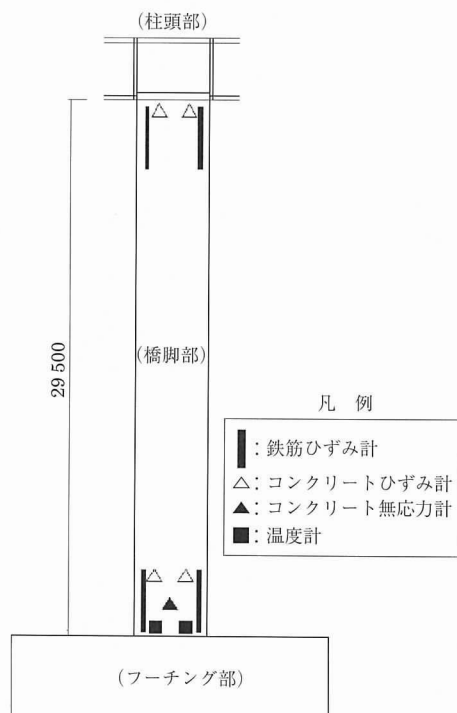


図 - 7 橋脚部計測位置図

① 鉄筋ひずみ計

橋脚主鉄筋の軸方向ひずみを測定し、橋脚に発生している断面力、部材応力の分布を経時的に監視する。

② コンクリートひずみ計

コンクリートの軸ひずみを測定し、部材応力の分布を経時的に監視する。

③ コンクリート無応力計

橋脚のクリープ、乾燥収縮ひずみの進行状況を把握する。

④ 温度計

橋脚の日照条件による温度の影響を把握する。

8. おわりに

本稿では、北海道で初の本格的なプレキャストセグメント工法による橋梁ということで、寒冷地における設備やコンクリートの養生方法について報告し、また国内では例を見ない多径間連続ラーメン橋ということでの施工時の工夫や計測計画について述べた。

現在、セグメントの架設中であり、平成18年12月に無事竣工を迎えるべく鋭意努力中である。今後、セグメントの形状管理結果や計測結果を別の機会に報告したいと考えている。本橋の施工が同種の橋梁の施工に参考となれば幸いです。



図 - 8 茂辺地高架橋完成予想図

参考文献

- 1) 外ケーブル構造・プレキャストセグメント工法設計施工基準, (社)プレストレストコンクリート技術協会

【2006年7月10日受付】