

# ロングラインマッチキャスト方式による プレキャストセグメント橋の製作システム

## —日本海沿岸東北自動車道 阿賀野川橋—

山田 信行\*1・岡本 裕昭\*2

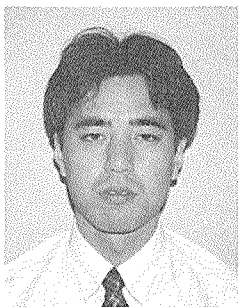
### 1. はじめに

プレキャストセグメントの製作には、セグメントどうしを相互にマッチキャストしながら行うのが一般的である。これは、プレキャストセグメントの端面をぴったりと接合するうえで必要不可欠であり、この状況を作り出すにはプレキャストセグメント工法の最大の特長である施工スピードの向上はあり得ないとも言える。このマッチキャストを作り出すうえで、2個のセグメントをマッチキャストしながら製作する工法をショートライン工法、多数個のセグメントをマッチキャストしながら製作する工法をロングライン工法と呼んでいることは、十分認知されていることかと思われる。

標題のとおり、本稿ではロングラインマッチキャスト方式によるプレキャストセグメントの製作に関する施工機械の紹介を、阿賀野川橋の例を参考に行うことがその目的であるが、まずは、ロングライン方式の選定理由から述べたい。次に、プレキャストセグメントを製作するうえで、いかにして資材を運び込むのか、製作されたセグメントに関してはいかにして運搬・ストックするのかを十分に考慮したものでなければならない。こういった諸条件を満足するには、製作ヤード全体のレイアウトを慎重に決定し、すべてのもの(セグメント・資材・交通手段など)が円滑かつスピーディに運搬されるようにすることが肝要である。そこで、本稿では、製作ヤード全体のレイアウトの決定方法を紹介したい。さらに、そのうえで、個々の施工機械の特徴ならびに具備すべき性能などについて述べたい。

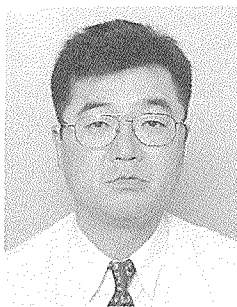
### 2. 橋梁架設位置と工事概要

日本海沿岸東北自動車道(日沿道)は、新潟市から日本海



\*1 Nobuyuki YAMADA

日本道路公団  
北陸支社 新潟工事事務所



\*2 Hiroaki OKAMOTO

鹿島・川田・飛鳥 共同企業体

に沿って青森市まで続く総延長440km(重複部を含む)の高速道路である。21世紀の「廻船」ルートとも言える日沿道は、豊かな自然・文化を土壌として、沿線地域の交流・連携の促進活性化に貢献することが期待されている。この日沿道の起点に位置する阿賀野川橋は、新潟の中央を南東から北西に流れる阿賀野川に架かる橋長951mの12径間連続PC箱桁橋である。13橋脚のうち、中央の7橋脚については主桁と橋脚の結合方式をラーメン構造とし、側径間部は反力分散ゴム支承構造を採用している。標準スパンは83.5mで、比較的径間長が長くなっているのを考慮し、主桁は変断面構造となっている。施工方法にはプレキャストセグメント工法が採用され、セグメント製作にはロングラインマッチキャスト方式、架設にはエレクションガーダーを用いたバランスドカンチレバー工法を基本とし、一部、スパンバイスパン工法を用いている。

橋梁架設位置を図-1、橋梁一般図を図-2、以下に工事概要を述べる。

工 事 名：日本海沿岸東北自動車道 阿賀野川橋(PC上部工) 工事

企 業 者：日本道路公団 北陸支社

工 期：1998年8月28日～2002年3月9日

道路規格：第一種第二級B規格

橋 長：951.000m(桁長：950.800m)

形 式：12径間連続PC箱桁橋

### 3. ロングライン方式の選定経緯

阿賀野川橋の施工において、ロングライン工法を選択した理由として、3つのことが挙げられる。

第1の理由は、セグメント製作ヤード形状がロングライン工法に適していたからである(図-3)。本橋のセグメント製作ヤードは日沿道の将来の本線上に設置されており、幅30m×長さ500mと非常に細長い形状を有している。もちろん、ショートライン工法に適さない地形とは言えないが、それ以上にロングライン工法とした場合のセグメント製作台等の設置には非常に適した地形で、無駄なく製作ヤードの構成を計画することが可能であった。この点が大きな選定理由の一つとなっている。

第2の理由は、主桁の構造が変断面構造となっていることである。83.5mと比較的長い支間長をもつ本橋は、等断面とするには死荷重の影響が大きすぎるため、変断面構造とする必要があった。ショートライン工法で変断面構造に対応できないことはないが、非常に煩雑な底版型枠のセットを行う必要のあることが予想された。また、次の理由と



図-1 橋梁架設位置

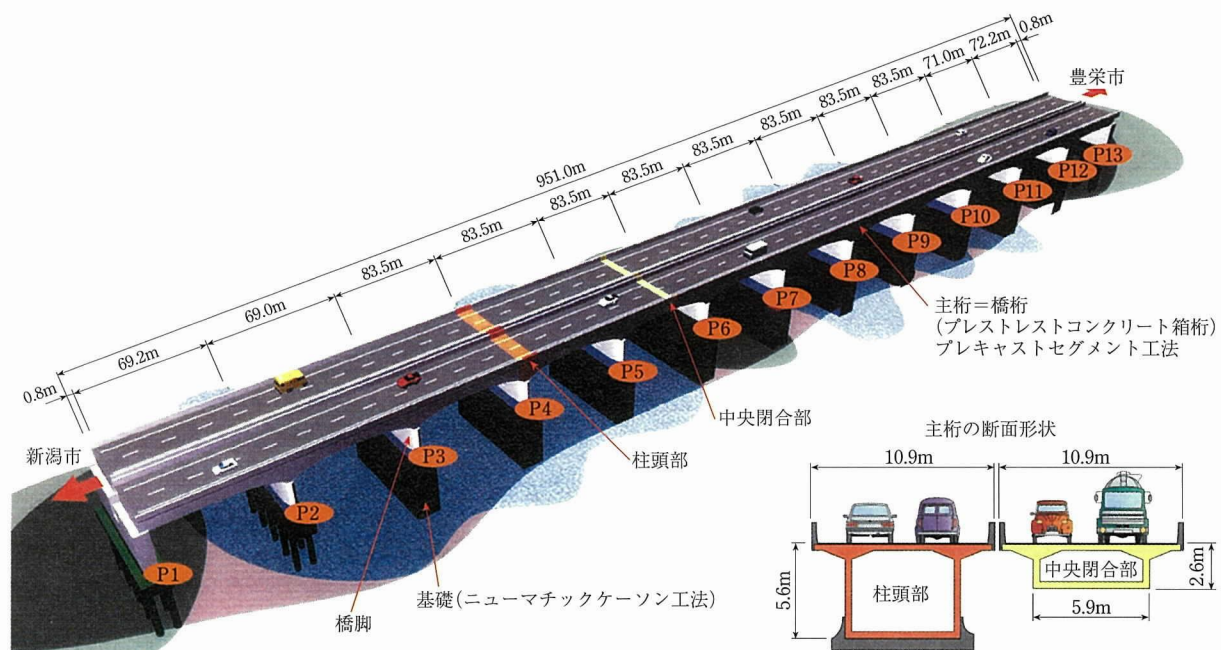


図-2 橋梁一般図

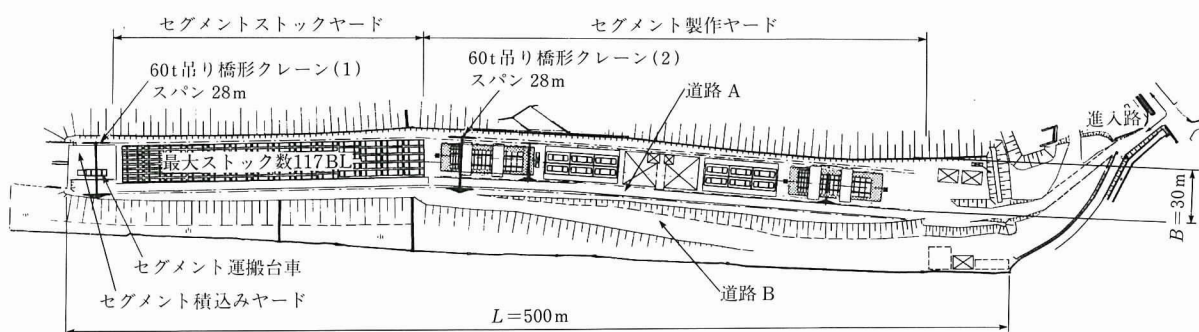


図-3 セグメント製作ヤード

なっているバランスドカンチレバー工法での架設を考えた際には、底版型枠を非常に精度よくセットする必要があるとともに、変断面構造であるがゆえに底版型枠を大きく動かしてセットする必要のあることも予想された。この精度確保と大きく動かすという相矛盾する動作を短時間のうちに行うには、ロングライン工法が優位と判断し、ショートライン工法ではなくロングライン工法を選択に至った(図-4 ①)。

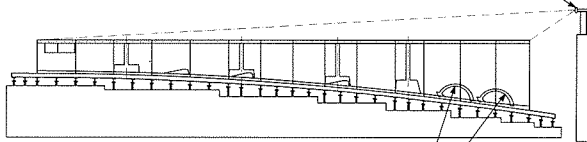
第3の理由は、バランスドカンチレバーによる架設工法を選択していたことである。この架設工法を採用したのは、支間長が他のプレキャストセグメント工法による橋梁に比べると長く、多数個のセグメントを一度期に架設すること(スパンバイスパン工法)が経済的でなかったからである。このために、架設時期に橋脚間のセグメント全体を通して測量することができず、架設精度が非常に重量な管理項目となる<sup>3)</sup>。ショートライン工法では2つのセグメント間

の関係を測量し、その積上げにより最終のセグメント線形を推定する手法があるようだが、本橋では、セグメント製作ヤードの形状が適していたこともあり、セグメント製作時に1ライン分のセグメント線形を通して測量できるロングライン工法を選定した(図-4②)。

#### 4. セグメント製作ヤードの構成

冒頭にも記述したように、セグメント製作ヤードは、セグメント自体も含めて資材の移動が円滑かつスピーディに行われるような構成としなければならない。このために

- ② ロングライン工法では、1ライン分のセグメントを製作ヤードにおいて一括して測量することができるので、架設を行う前にセグメント全体の線形を把握することができる。



- ① ショートライン工法では、底版型枠を1セグメントごとにセットし直す必要がある。  
底版型枠の移動量は、阿賀野川橋の例では上下方向に約20cm程度、さらに角度を合わせる必要がある。

図-4 底版型枠のセット方法と主桁の線形管理

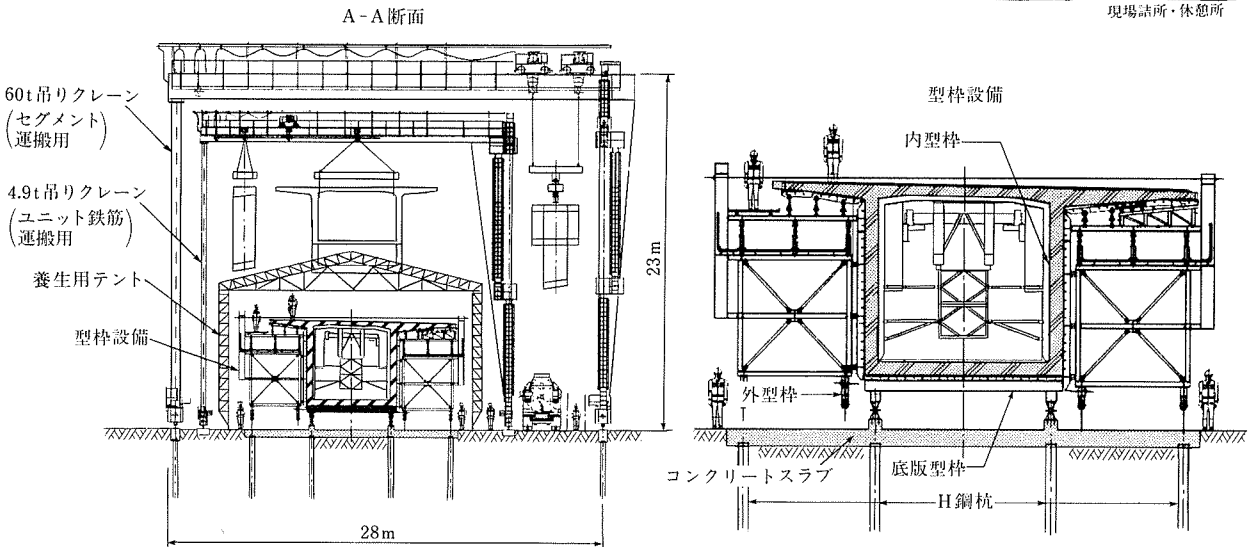
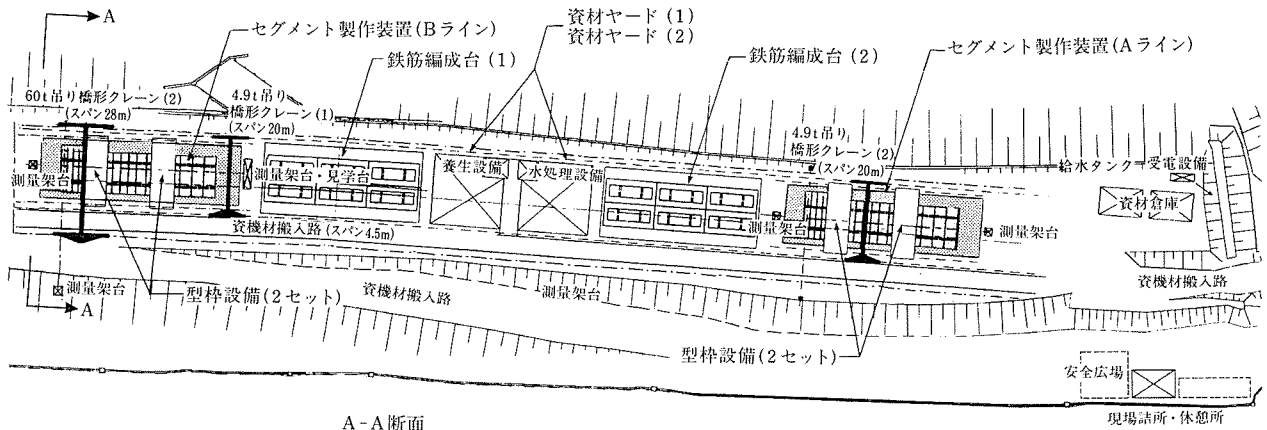


図-5 セグメント製作ヤードの全体構成

は、セグメント製作ヤード全体の構成・個々のヤード(製作ヤード・仮置きヤード・積込みヤードなど)の大きさ・各所での機械のもつべき性能などに、十分な配慮をしなければならない。以下、セグメント製作ヤード全体の構成から順に説明を加えたい。

#### 4.1 全体構成

本橋では、製作ヤードから架設地点までのセグメントの運搬は、すでに架設完了している阿賀野川西高架橋もしくは阿賀野川橋を運搬路として行う。セグメント架設位置から製作ヤードまでの構成は、西から製作ヤード・阿賀野川西高架橋・阿賀野川橋・架設地点となっている。このため、製作ヤードの構成は、セグメント製作台・仮置きヤード・積込みヤードの順に、セグメントの製作から仮置き・運搬といった一連の作業の順番に置くこととした(図-5)。

#### 4.2 周回道路

周回道路は、セグメント製作台から仮置きヤード・積込みヤードへと続く道路Aとその道路から下方へ降りた地点での道路Bを用意した(図-3参照)。なお、道路Bは入り口付近から進入し、道路Aへと合流できるように配慮した。道路Aの役目として、セグメント切離し時でのセグメント運搬通路ならびにセグメントのコンクリート打設時に、コンクリートポンプ車の駐車場所として機能できるようにした。このため、道路Aはセグメント製作工のために

頻繁に通行不能（セグメントのコンクリート打設は、セグメント製作スピードを確保するためにほぼ毎日行った）となった。よって、道路Bは、仮置きヤード・積み込みヤードへの通行用として非常に重要な役割を担った。

#### 4.3 セグメント製作機械の立体的配置

平面的な運搬・通行の手段として、先述の周回道路が大きな役割を果たしたのに対し、セグメントならびに鉄筋籠などの運搬には、セグメント製作機械の立体的配置を工夫することによって実現した。阿賀野川橋でのセグメントならびに各種資材の運搬には、4.9tf橋形クレーン2機と60tf橋形クレーン2機によって行ったが、製作ヤードの幅が狭いため平面的に交わすことは非常に困難であった。そこで、セグメント製作台・4.9tf橋形クレーン・60tf橋形クレーンでの運搬は平面的に交わすのではなく、立体的に交わす工夫を施した。4.9tf橋形クレーンは主に鉄筋籠もしくは材料の搬入に、60tf橋形クレーンはセグメントの運搬に使用したが、その大きさを決定する際に、両者とも資材運搬時にセグメント製作台の上方を越えての運搬が可能ないようにした。この結果、両者とも非常に背の高いものとならざるを得なかった。

このように、セグメント製作ヤードの適正な構成は、セグメント製作のスピードを確実なものとするために必要不可欠であり、これにより個々の機械の大きさならびに具備すべき機能が決定される。この構成に十分な検討と細かい配慮を行うことが、プレキャストセグメント工法の製作に関する成功への大きな鍵となるものと思われる。

### 5. 個々のセグメント製作機械について

#### 5.1 セグメント製作台

セグメント製作台は、セグメント架設時での線形確保に非常に重要な影響を及ぼす。ロングライン工法では、セグメント製作台上での1ラインの線形がそのまま架設時の線形となるからである。阿賀野川橋では、セグメント製作時（材料の搬入・コンクリート打設時など）に製作台に大きな変形が生じないように底版型枠の下にコンクリートスラブ（ $t=500$ ）を設けるとともに、その下にH鋼杭の打設を行った（図-5参照）。

#### 5.2 側型枠・内型枠（写真-1）

側型枠・内型枠には、使用回数を考慮して、使用中にゆがみ・ねじれ等が生じないように十分な剛性をもつステンレス・鋼製型枠を主に用いている。写真-1に型枠セット状況を示す。側型枠には、最も桁高の高いセグメントに合わせて両側から挟み込むことにより、すべてのセグメントに対応できるようにした。一方、内型枠は桁高の低いセグメントに対応できるように計画を行った。セグメント製作精度を考えれば、すべての型枠に対して剛性の高いステンレス型枠・鋼製型枠を用いたいところであるが、内型枠の鋼製型枠と底版との間には桁高変化に対応するため木製型枠を使用した。桁高変化に対応するための型枠に木製型枠を使用したことは、主桁高がセグメントごとに変化するために致し方のないところではあったが、橋体計画時にプレキャストセグメントでの施工を考慮し断面形状の均一化などを

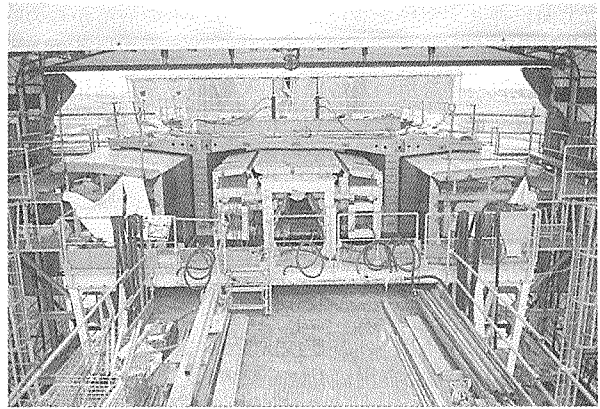


写真-1 型枠セット状況

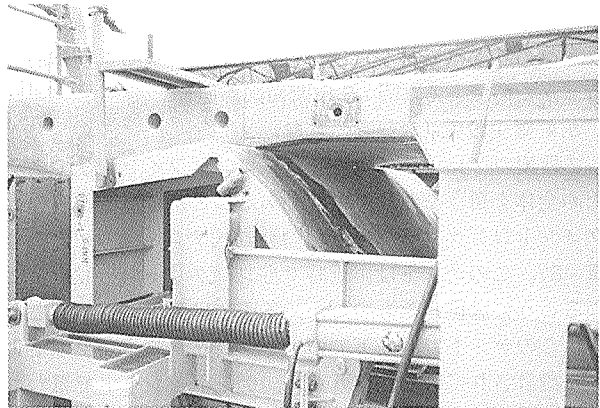


写真-2 内型枠セット状況

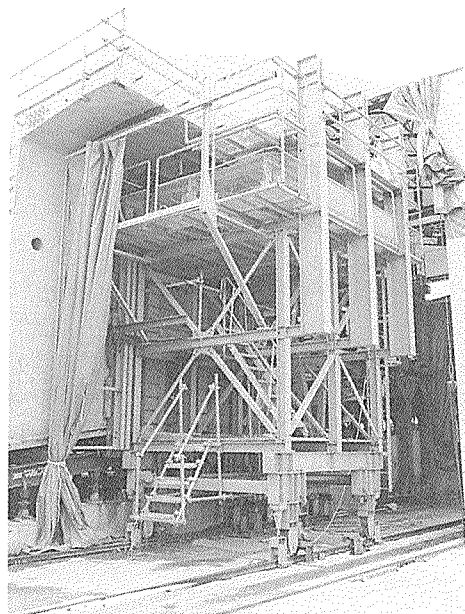


写真-3 側型枠セット状況

図っておくことで、鋼製型枠を用いることも可能であったと思われる。この断面形状の均一化を図ることで、施工スピードを向上させることもできたと思われ、今後の課題の一つと考えられる。また、阿賀野川橋では通常のコンクリートポンプ車の使用を念頭に置いていたため、主桁コンクリートにはスランプフロー 50cmの高流動コンクリートを採用した。この高流動コンクリートを打設するため、底



版上面に押さえ型枠を設けてコンクリートの底版からの吹き出しを防止した。この押さえ型枠や桁高変化対応用の内型枠に木製型枠を用いたので、型枠設備を全自動化することはできなかった。それでも、型枠の構造的特徴として、内型枠は油圧ジャッキで自動開閉し（写真-2）、側型枠はジャーナルジャッキ4台で上下・水平方向へ移動できる構造とした（写真-3）。

### 5.3 橋形クレーン

60 tf 橋形クレーン（スパン 28.0 m、高さ21.2 m、写真-4）は、主にセグメント切離し・移動・型枠等 5 tf 以上の資材用に1台、積み込み用に1台を使用し、4.9 tf 橋形クレーン（スパン 20.0 m、高さ18.0 m、写真-5）は、鉄筋・PC鋼材等 5 tf 以下の資材用の吊込み等に各セグメント製作台に1台ずつ使用する。前述しておいたが、この2種類のクレーンの寸法は資材ならびにセグメントの運搬を立体的に行うがためである（図-5 中断面図参照）。

### 5.4 養生設備（蒸気養生含む）

2種類のクレーンの内側には、ロングライン工法であるため全体を覆うことは不可能であることから、製作中のセグメントコンクリート養生用の移動式テントを設けた（写真-6）。このテントは雨天時でもコンクリート打設可能となるように設置したものの、冬季には蒸気養生設備とともにこのテントで低温下でのコンクリート養生ができるように設計されている（写真-7）。テントとシートで覆われた打設後のコンクリートの養生温度管理は、打設コンクリートと上面を覆ったシートとの空間に設置した温度計に

より行う。温度計があらかじめプログラムした設定温度以下になるとボイラーが作動し、電磁弁により蒸気量を調整するシステムとなっている。

また、コンクリート本体には熱伝対を埋め込み、打設直後から翌朝の型枠解体までのコンクリート温度の経時変化を記録して、養生の妥当性の確認を行っている。

### 5.5 仮置きヤード

セグメント切離し後、架設するまでストックヤードに仮置きする。荷重支持位置および支持箇所については構造的に検討し、セグメントに悪影響を与えないことを確認した。仮置き方法は、柱頭部付近のセグメントはセグメント長が1.5mで桁高が高く、底版の勾配も大きいので、張出し部で受ける構造とした。写真-8に仮置き状況を示す。また、桁高の低いセグメントは底版の勾配が小さいので、木製の勾配調整材を用いて直置きしている。写真-9に仮置き状況を示す。

### 5.6 測量設備

高さ方向の線形管理は底版型枠を正確にセットすること、橋軸方向の線形管理はウェブの線形を設計的に直線とすることで行った。阿賀野川橋では、22張出し系中18の張出し系が同じ桁高変化となっている。1ラインごとの計画線形（縦断線形および上越し高等）の相違は、架設時にライン全体を回転・移動させることで吸収することが可能であったため、最初に決めた底版型枠のセットでその他の計画線形に対応させた。また、平面曲線をもつ部分については、詳細設計の段階でウェブの線形を直線とし平面曲線は



写真-4 60tf 橋形クレーン

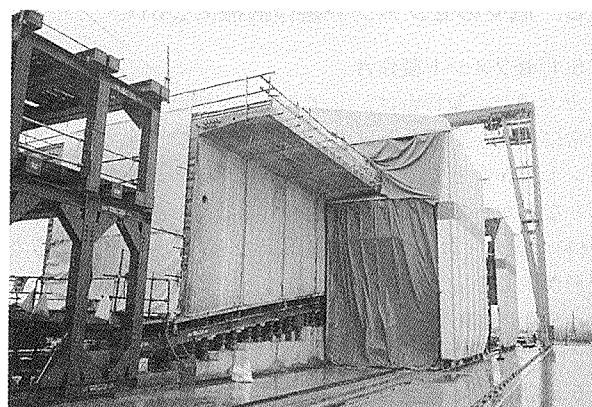


写真-6 養生テント

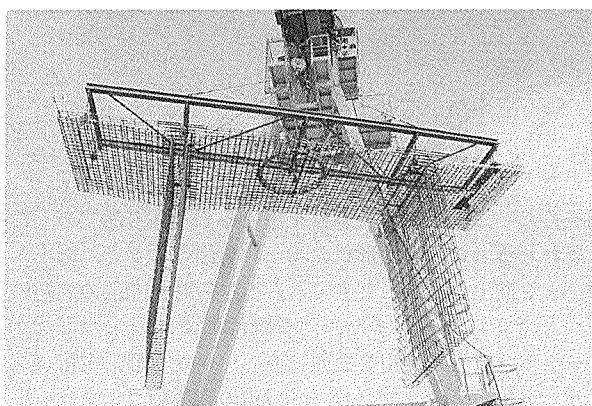


写真-5 4.9tf 橋形クレーン



写真-7 蒸気発生状況



写真-8 セグメント仮置き状況 (桁高高)

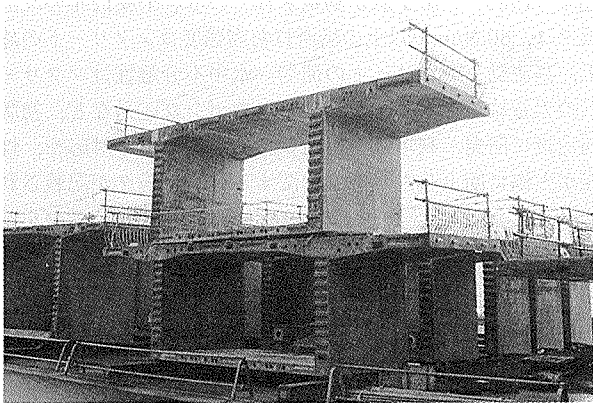


写真-9 セグメント仮置き状況 (桁高低)

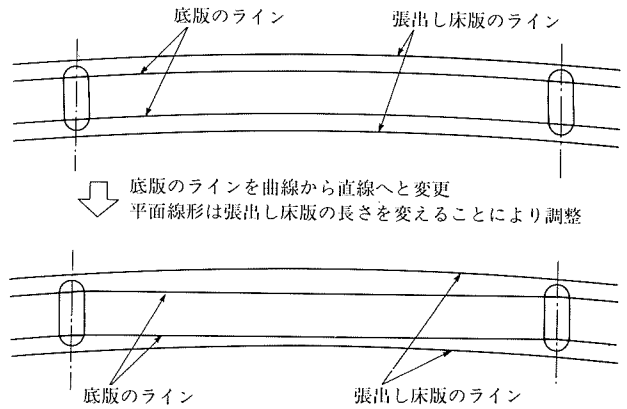


図-6 平面線形の修正

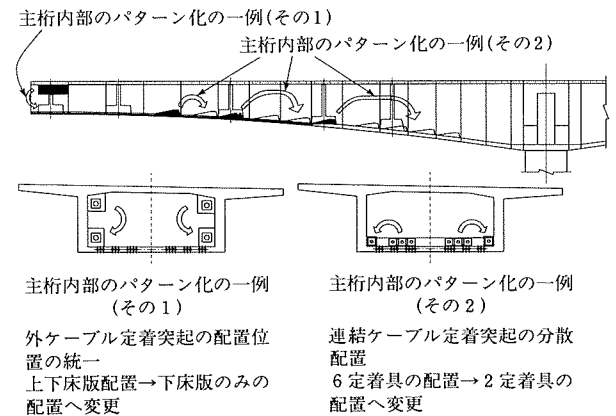


図-7 セグメント断面の単純化の一例

張出し床版長を調整することで行ったため、底版型枠を平面的に調整する必要はなかった(図-6)。このため、セグメント製作段階・架設段階を通じて特別な測量方法に頼る必要はなく、まったく通常の測量方法において線形管理を行った。測量架台は、H鋼杭にコンクリートを巻き立てたものを使用した。セグメントの架設が終了した段階で、全体の測量を行ったが、とくに管理値を大きく外れることもなく、満足いく結果が得られたものと思われる。

## 6. おわりに

阿賀野川橋のセグメント製作にはロングラインマッチキャスト工法を採用した。プレキャストセグメント工法の最大のメリットは、その施工スピードである。セグメント製作のスピードを確保するためには、セグメントヤード全体の構成・個々の機械の能力に十分配慮することが肝要である。われわれの反省点を挙げると、型枠設備を単純化・均一化もしくは全自動化できなかった点である。現時点で反省するに、セグメントの桁高変化に順応できるような断

面の単純化を、設計段階で計画できていれば、型枠設備の自動化をもう一步優れたものとするのができたものと思われる(図-7)。その他の点が、ほぼ満足いくものであったがゆえに、残念なところである。本稿が、今後の同様のプロジェクトの参考となれば幸いである。

## 参考文献

- 1) 菅, 神田, 岡本, 浅野: 日本海沿岸東北自動車道阿賀野川橋の設計—プレキャストセグメント工法—, 第9回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.789~794, 1999.10
- 2) 千国, 山田, 伊東, 浅野: 日本海沿岸東北自動車道阿賀野川橋の施工—ロングラインマッチキャスト方式によるプレキャストセグメントの製作—, 第10回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.177~182, 2000.10
- 3) 坂本, 諸岡, 岡本, 浅野: 日本海沿岸東北自動車道阿賀野川橋の施工—プレキャストセグメントの架設—, 第11回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.845~850, 2001.11
- 4) 坂本, 諸岡, 竹房, 岡本: 変断面構造をもつプレキャストセグメント橋梁の設計・施工—日本海沿岸東北自動車道阿賀野川橋(PC上部工)工事—, プレストレストコンクリート, Vol.43, No.3, pp.49~54, 2001

【2002年1月10日受付】