

# 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—

坂本 香\*1・諸岡 伸\*2・竹房 秀一\*3・岡本 裕昭\*4

## 1. はじめに

日本海沿岸東北自動車道(日沿道)は、新潟市から日本海に沿って青森市まで続く総延長440 kmの高速道路である。この日沿道の起点に位置する阿賀野川橋(図-1)は、新潟市の中央を南東から北西に流れる阿賀野川に架かる橋長951 mの12径間連続PC箱桁橋(図-2)である。

上部工の施工は、プレキャストセグメント工法を採用し

ており、標準支間長が83.5 mと比較的長径間であることから主桁は変断面構造となっている。また、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現在施工中である。

プレキャストセグメント工法の有為性はコンクリートの品質向上および工期短縮の効果(急速施工性)に顕著であ



図-1 橋梁架設位置

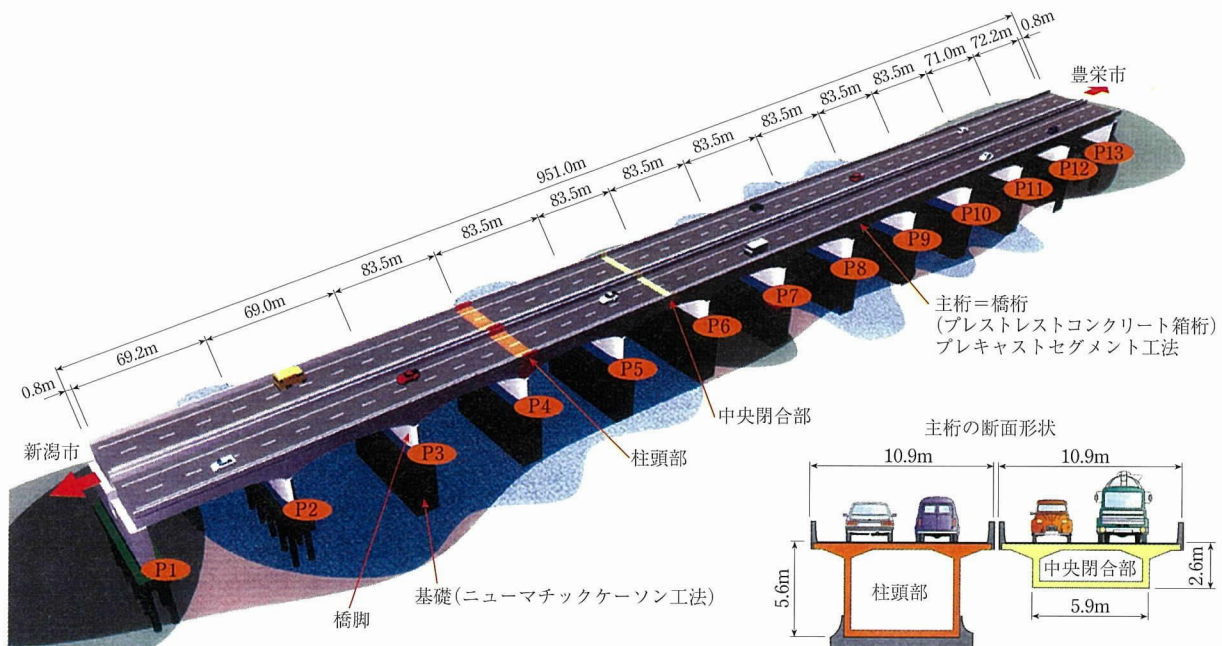


図-2 橋梁概要

\*1 Kaoru SAKAMOTO: 日本道路公団 北陸支社 建設部 構造技術課 課長

\*2 Shin MOROOKA: 日本道路公団 北陸支社 新潟工事事務所

\*3 Shuichi TAKEFUSA: 鹿島・川田・飛鳥共同企業体 所長

\*4 Hiroaki OKAMOTO: 鹿島・川田・飛鳥共同企業体 次長

り、そのため個々のセグメント形状が類似している等断面構造への採用が一般的とされている。したがって、本橋のように比較的長径間をもつ変断面PC橋の場合、工期短縮の効果という点からプレキャストセグメント工法の採用は困難と考えられている。しかしながら、現在の社会情勢を考慮すると、経済性・省力化施工・急速施工をより一層追求する必要があり、プレキャストセグメント工法による品質の向上・工期の短縮の可能性を無視することはできず、今後、本橋のような変断面構造に対しプレキャストセグメント工法の適用が増加されることが予想される。そこで、本稿では本橋での変断面構造によるその設計・施工上の留意点を中心に述べるものである。

## 2. 工事概要

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1種第2級B規格  
 橋 長：951.000 m (桁長：950.800 m)  
 形 式：12径間連続PC箱桁橋

表-1 工事数量一覧表 (上下線)

品 名	仕 様	単 位	数 量
コンクリート	$\sigma_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ (地覆)	m <sup>3</sup>	1 470
	$\sigma_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$ (主桁)	m <sup>3</sup>	15 400
型 枠	ステンレス製・鋼製・木製	m <sup>2</sup>	57 700
鉄 筋	SD 345	t	2 630
P C 鋼 材	SWPR 7B 12 S12.7 B (張出しケーブル)	t	288
	SWPR 7B 12 S15.2 B (連続ケーブル)	t	229
	SWPR 7B 19 S15.2 B (外ケーブル)	t	294
	SWPR 1 S 21.8 (横締めケーブル)	t	90
	SBPR 930/I 180 $\phi$ 32 (引寄せ鋼棒)	t	31

## 3. 構造形式の選定経緯

上部工構造形式は、以下の理由により12径間連続箱桁1連 (プレキャストセグメント片持ち張出し架設工法) とした。

- ① 最大径間数を河川条件 (河川法第63条) である基準径間長70 mから求められる12径間以下とすること (なお、河川構造令第62条に規定される河川阻害率については、3.99%となっている)。
- ② 出水期中 (6/1～9/30) は河川内構造物の設置ができないため、地上からの作業のない架設工法とする必要があったこと。
- ③ その他の構造形式および架設工法と比較し、経済性に優れていたこと。

12径間以下という構造形式を満足するためには、標準径間長を83.5 mと長径間化しなければならない。このことから、本橋においては、径間中央付近での主桁自重を軽減させるために、主桁高さが5.6 m～2.6 mへと変化する変断面構造を採用することとした。また、架設地点近傍に大規模な製作ヤードおよびストックヤードを確保できること、本橋梁近傍に径間をコントロールするような交差物件がな

かったことから、ほぼ同一径間・同一形式の橋梁形式を連続させることが可能であること、現地条件により、極力現場でのコンクリート打設を避けなければならなかったことなどから、プレキャストセグメント工法を採用した。なお、上下部工の結合方式は、耐震性から可能な限りの範囲で剛結合構造 (12径間連続7脚固定) とし、側径間側3径間は反力分散ゴム支承構造となっている。

## 4. 設計上の留意点

### 4.1 セグメント割 (図-3)

プレキャストセグメント工法では、最大吊上げ荷重を規定して、使用する架設機械・揚重機などの能力を決定している。本工事では、最大吊上げ荷重を60 tfとしている。

本橋では主桁高さが5.6 m～2.6 mと変化する変断面構造であることから、最大吊上げ荷重60 tfを最大限に効率よく活かすために、主桁高が高いセグメントは長さを短く、低いセグメントは長さを長くしている (一定のセグメント長をとることは、桁高の低いセグメントは60 tfを大幅に下回ることとなり、セグメントの個数が増え、工程的に非常に不利となる)。そのほかに、PC鋼材の定着突起等の有無が、セグメントの重量すなわちセグメント長に影響を及ぼしている。そのため、本橋の各セグメントは、主桁高、主桁長および重量がセグメント個々に変化したものとなっている。このようなセグメント割が変断面構造の場合不回避となるが、この場合においては、一張出し系におけるセグメント個々の構造をいかに簡略化することができるかが設計上の留意点となる。

### 4.2 主桁形状の変更 (図-4)

セグメント製作方法としては、ショートライン方式とロングライン方式とがあるが、本工事においては、

- ① 変断面構造における主桁の高さの変化への対応およ

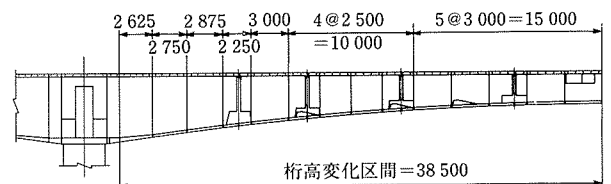


図-3 セグメント割

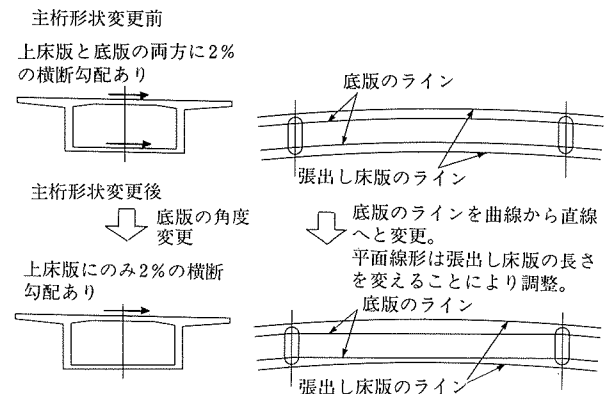


図-4 主桁形状の変更

び高さ管理を容易にすることができること

## ② 製作ヤードの地形への適用性

などを考慮し、ロングライン方式を採用している。

ロングライン工法でのセグメント製作を効率的に行うために、主桁形状を基本設計時点から変更している。主な変更点は次の2点である。

- ① 主桁の横断勾配によらず底版を水平としたこと。
- ② 主桁に平面曲線をもつ部分については、隣り合う橋脚間を結ぶ直線とウェブ・底版の方向とを平行とし、平面曲線には張出し床版長を変化させることで対応させたこと。

上記の変更点は、セグメント製作において最も労力を費やす、底版型枠の配置替えを極力避けるという観点から行った対処方法である。これら主桁形状の変更により、底版型枠の配置替えをほぼ行う必要がなくなり、急速施工性を著しく損なうことは回避されたものと思われる。

## 4.3 引寄せ鋼棒の配置方法について (図-5)

引寄せ鋼棒の設計は、架設するセグメント自重による発生応力度を打ち消し、さらに、架設時のセグメントを $0.3\text{ N/mm}^2 \sim 0.5\text{ N/mm}^2$ 程度の全断面圧縮応力度状態にすることが主たる目的である。そのため、引寄せ鋼棒は主桁上縁のみに配置するのではなく、底版付近にも配置し、主桁応力度のバランスを保つ必要がある。底版付近に配置する引寄せ鋼棒は、底版に配置することが最も効率的ではあるが、セグメントは変断面構造により、底版相互に異なった角度をもっているため、セグメント相互間に接続具を配置することは不可能である。よって、引寄せ鋼棒の効率は低下するものの、底版よりも若干上側のウェブにその配置を行うこととし、直線的に配置を行えるようにした。

## 4.4 底版腹圧力の検討 (図-6)

主桁高さの変化に伴い、主桁形状は太鼓橋状態となり、

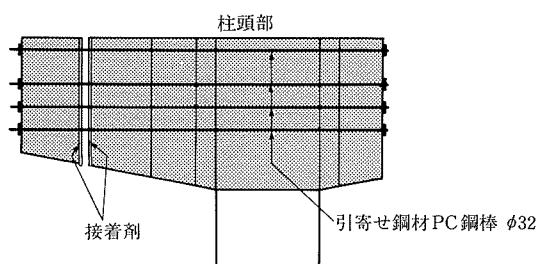


図-5 引寄せ鋼棒

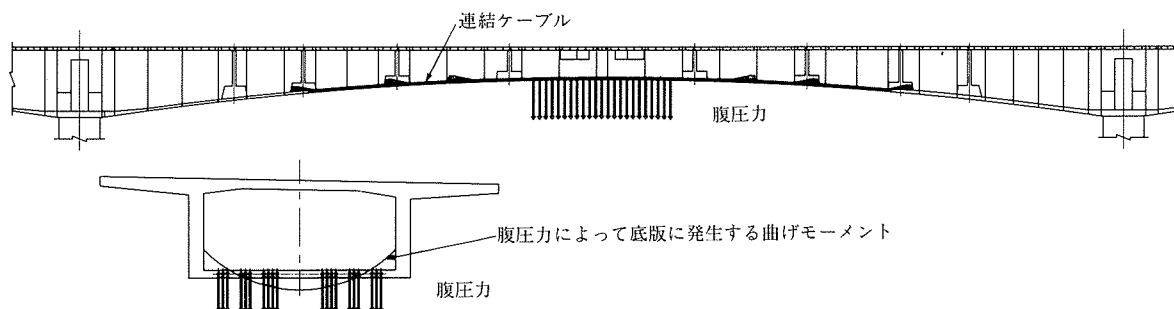


図-6 底版腹圧力

主桁底版に配置した径間連結ケーブルは、径間中央付近では底版を下側へ押す腹圧力を生じさせる。本橋では、変断面セグメント構造における底版に作用する腹圧力に着目し、この影響を考慮した主桁底版の設計を行った。この結果、支間中央付近のセグメント底版の橋軸直角方向鉄筋はD19～D22を使用している。

なお、この腹圧力はプレキャストセグメント工法に特有のものではなく、場所打ち工法においても変断面構造であれば作用するものである。

## 5. 施工上の留意点

### 5.1 プレキャストセグメントの製作 (図-7)

#### (1) 型枠構造

セグメントの製作にはロングライン方式を採用している。ロングライン工法を採用したことは主桁高さの変化に効率的に対応できるように配慮したためであるが、本工事での型枠構造にはそのほかにさまざまな工夫を行っている。型枠構造の概略について、底版型枠・側型枠・内型枠の3つの部位に分けて以下に述べることにする。

#### ① 底版型枠

ロングライン方式の特性は、あらかじめ一張出し系の底版型枠のセットが可能であり、セグメント個々の底版型枠のセットを省略できる点にある。しかしながら、一張出し系ごとに底版型枠の設置を大きく変化させる場合、多大な時間を浪費することが予想される。したがって、本工事では標準的な径間長 $83.5\text{ m}$ をもつ張出し系については、全径間の底版型枠セットの最大公約数的な位置を前もって算出し、その型枠セット位置をほぼ全径間の底版型枠のセット位置とした。主桁線形上問題の残る箇所については、セグメント架設時の基準セグメント架設時に微調整を行うことで対応している。

#### ② 側型枠

側型枠の高さは、桁高の低いセグメントにも対応できるように、最も高いセグメント ( $5.6\text{ m}$ ) を基準に決定している。また、前項の設計上の留意点でも記述したように、主桁の平面線形に対応できるように、張出し床版が最も長いセグメントを基準に張出し床版の底版型枠の長さを決定している。

#### ③ 内型枠

本工事でのロングライン方式で、型枠構造上、最大の問題点となっているのが内型枠構造である。セグメントの主

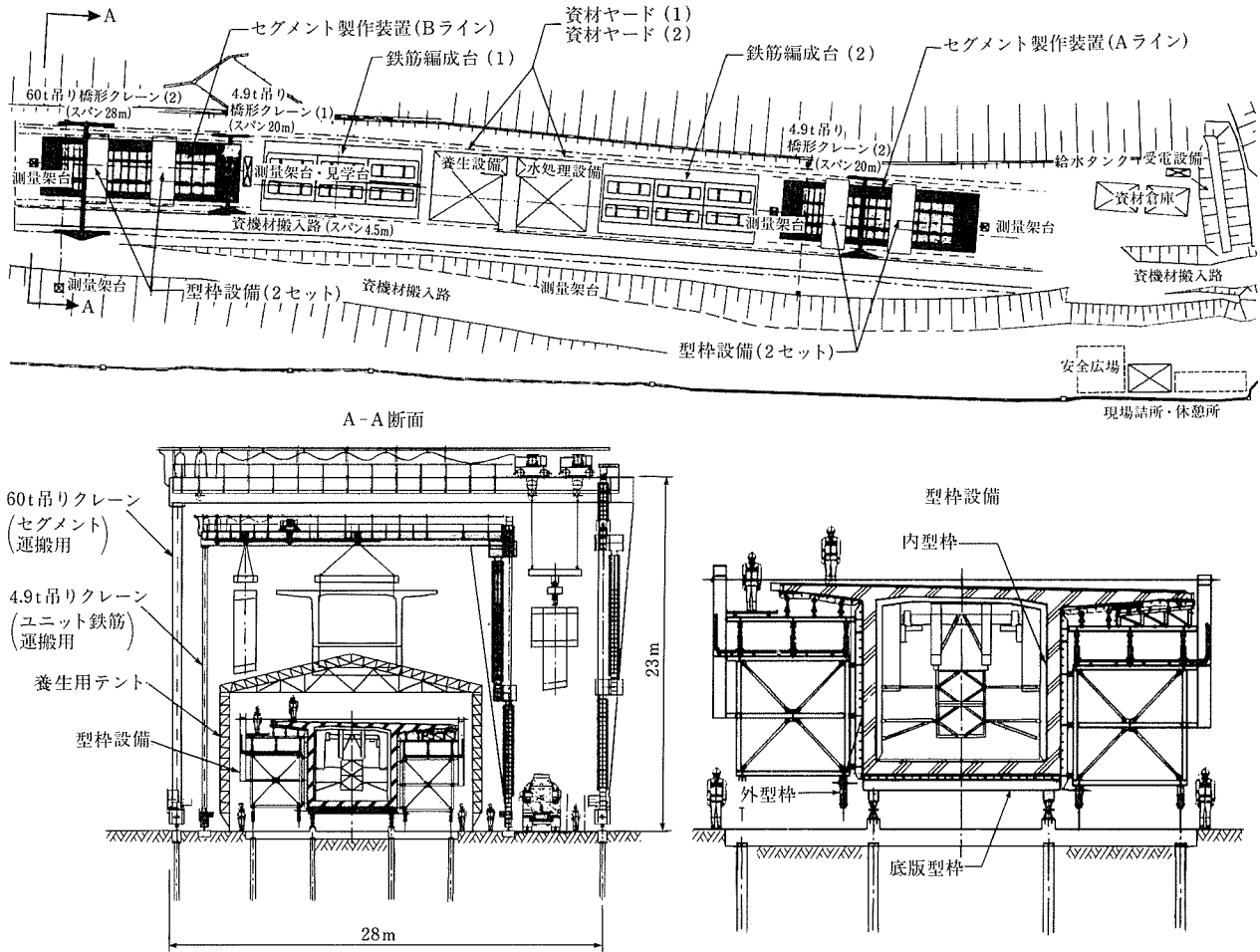


図-7 セグメント製作設備

桁高が個々に変化するために、内型枠構造をすべて同一セットの型枠として製作することが不可能であることから、セグメントの底版部分は木製型枠を用いて製作することとした。木製型枠は手作業で組み立てたことから、セグメント製作工程上最も非効率な作業となった。

等断面形状を有するプレキャストセグメント橋の多くの同種工事では、1セグメント/1日のセグメント製作工程が報告されているが、本工事においては、内型枠構造の作業効率の低下により1セグメント/2日(標準セグメント)となっている。本橋では、一張出し系の全体セグメント製作工程を確保するために、セグメント製作ラインを2ライン(1ラインで一張出し系)、さらに、1ラインに型枠設備を2セット用意することにより1セグメント/1日の製作スピードを確保することとした。

(2) セグメントの切離し(図-8)

一張出し系のセグメント製作完了後、セグメントを切離しストックヤードへと運搬を行う。ショートライン方式での切離しの場合、底版型枠の下に移動装置が配置され、セグメントを平行に動かして切離し作業を行うが、変断面ロングライン方式では、桁高、セグメント長および底版勾配が個々に異なり自立性が悪いこと、また、切離しの際に、せん断キーなどのセグメントの破損が予想されることから、切離しには60t橋形クレーンを用いている。手順と

- ① セグメントを橋形クレーン(60t吊り)で仮吊りする。
- ② セグメント内にセットした水平ジャッキにて、接合面が均等に押し上げられるように水平力を加える。
- ③ 接合キーが外れるまでセグメントを横移動する。
- ④ 床版横締め鋼線を緊張する。
- ⑤ 橋形クレーン(60t吊り)にてセグメントを吊り上げ仮置きヤードへ移動する。

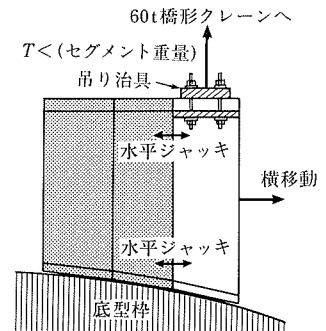


図-8 セグメントの切離し方法

しては、クレーンにより自重の85%の荷重まで仮吊りした状態で、セグメント上部と底版上にセットした水平ジャッキにて接合面に均等な荷重がかかるように水平力を与え、セグメントが水平移動するように切り離した。また、切離し順序としては、主桁が高くなる方向へ切り離す順番とした。

(3) セグメントのストック方法(図-9)

変断面構造においては、主桁高の変化に伴い底版角度が変化するために、桁高の高いセグメントでは底版角度がきつく、地面に直置きするにはその転倒に十分注意する必要がある。そこで、本工事ではストック架台方式を採用す

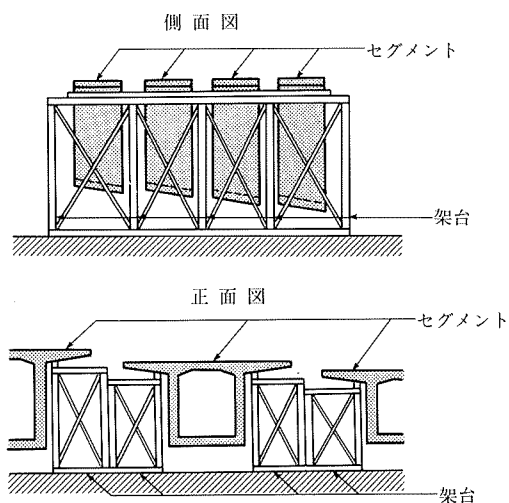


図-9 セグメントのストック方法

ることによって対応した。なお、張出し床版の付け根で支持することの設計的な妥当性については、詳細設計実施時に確認を行っている。このストック架台へ仮置きしたセグメントは底版角度の大きいもののみとし、そのほかについては直置きすることとした。

### 5.2 プレキャストセグメントの架設

#### (1) 架設桁の設置高さ・架設桁の幅 (図-10)

架設用の鋼桁を用いた架設方法をとる本橋では、架設桁および架設桁上を移動する60t橋形クレーンの構造ならびに能力が施工性・経済性・施工の安全性に大きく影響を及ぼす。したがって、架設桁の構造には十分な検討を行うことが必要である。以下に、本橋における架設桁の構造検討について述べる。

本橋のセグメントは、前述のとおり、変断面構造のため主桁高さが変化するとともに、セグメント重量を一定としているためセグメント長も変化している。したがって、次の点に留意する必要がある。

- ① 橋形クレーンの設置高さはセグメントの最大高さで

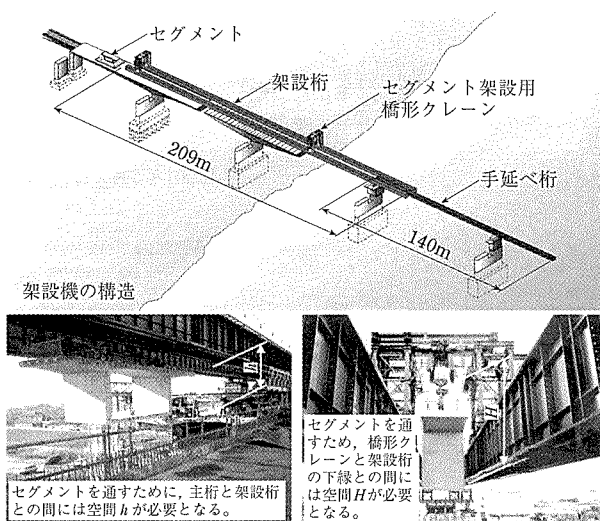


図-10 架設桁の構造

ある5.6 mを運搬できるように設定されなければならない。

- ② 最小高さである2.6mのセグメントは、張出し端部においては、橋面上で回転できるように架設桁の設置高さを設定する必要がある。
- ③ 最長セグメント長 (3m) が架設桁間を通過できるように架設間隔を設定しなければならない。
- ④ 橋形クレーンの形状は、セグメントの高さ・長さに対応できるように設定しなければならない。

上記のように、本橋における架設装置は、すべてのセグメント形状に対して対応できるようにさまざまな検討を行っている。

#### (2) セグメントの運搬 (図-11)

セグメントの運搬は運搬路である阿賀野川西高架橋上をトレーラー運搬にて行った。本橋では、セグメントの仮置き時と同等に底版角度の問題があるために、トレーラーに底版角度に対応できる架台を作成・使用した。

#### (3) 接着・緊張足場の設計 (写真-1)

セグメント架設に必要な接着緊張用足場についても、変断面構造に対応できるように設計している。とくに、緊張足場については、引寄せ鋼棒の定着位置が、桁高

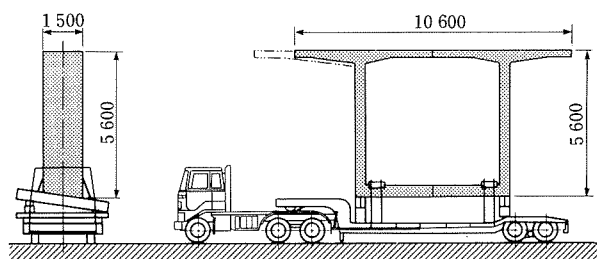


図-11 セグメントの運搬

各セグメントの異なる長さや高さに対応できるように、緊張足場は上下前後に移動できる構造となっている。

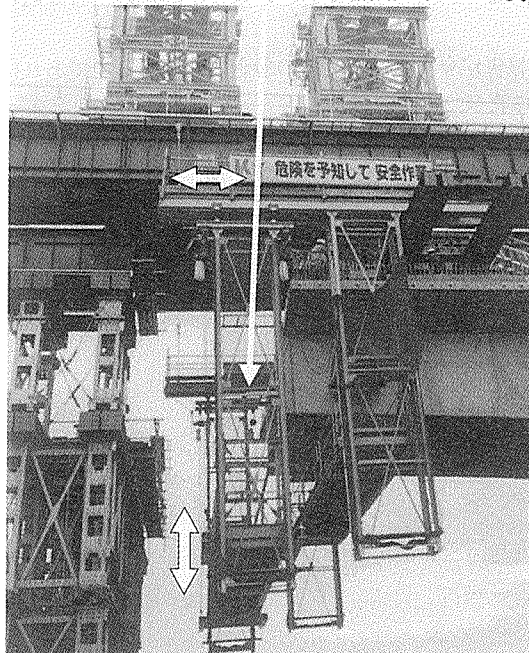


写真-1 接着・緊張足場



写真-2 下り線のセグメント架設完了状況  
(2000年9月撮影)

の変化に伴い異なっているので、緊張足場のステージが上下前後に移動できるような構造としている。

## 6. おわりに

本橋のように比較的長支間をもつPC橋では変断面構造が一般的となっており、プレキャストセグメント工法の利点(急速施工性、施工・品質管理の向上など)を考慮すると、今後、プレキャストセグメント工法の変断面構造への適用がますます増加することが予想される。しかし、等断面構造と同様の急速施工性を追求する場合、変断面構造の適用性改善のためには、単に設計・施工上の工夫だけではなく、主桁内部構造のパターン化(図-12)など、設計・施工の両面を熟慮した基本構造の立案が今後の検討課題となる。

本報告が今後の同種工事の参考となり得るのであれば、望外の喜びである。

### 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~

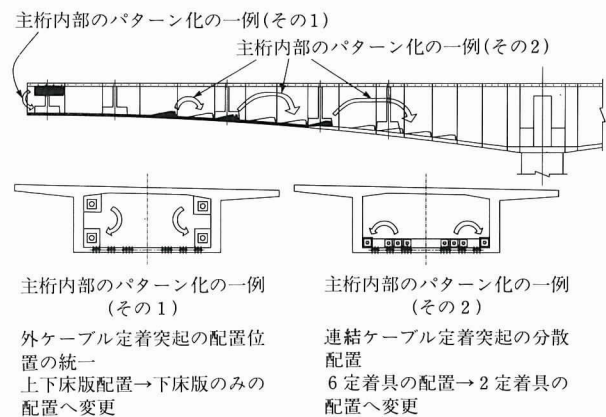


図-12 主桁内部構造のパターン化の一例

- 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) 神田, 伊東, 浅野: 平成12年度 建設技術報告会報文集, プレキャストセグメントの寒冷地における養生方法について, 北陸地方建設事業推進協議会, pp.59~62, 2000.5

【2001年5月2日受付】