

## 二色の浜高架橋の設計・施工

工 務 部 工務第一課 仲 義 史

### 要 約

二色の浜高架橋は、大阪市内と関西国際空港を直結する湾岸線（南伸部2期）の一部として、大阪府貝塚市に位置する延長約 1.4km、全6橋の多径間連続PC箱桁橋である。本橋は、海水浴等でのぎわい、自然景観豊かな二色の浜公園内を縦断することから、設計、施工両面において、その周辺環境との調和を図りながら建設されたものである。

設計面においては、基本計画の段階より景観設計を導入することにより、桁下高、スパン、桁高の統一、材質の検討、構造物のフォルムから排水管の隠蔽、遮音壁タイプの構造細部に至るまで配慮している。一方、施工面においても公園中央部で国内最大級規模のプレキャストブロック工法を採用、現場工期の短縮を図ることにより公園に与える影響を最小限としている。

本稿では、このような設計、施工両面での二色の浜高架橋の特徴について詳述するものである。

キーワード：PC橋、景観、プレキャストブロック工法、二色の浜高架橋、南伸2期、  
反力分散ゴム支承、逆台形断面

### まえがき

二色の浜高架橋は、湾岸線（南伸部2期）の一部として大阪府貝塚市沢地先に位置する約 1.4km の高架橋であり、大阪府の都市公園である二色の浜公園内のほぼ中央を縦断している。二色の浜公園は大阪府下で唯一の自然海浜を有する公園として、海水浴、潮干狩、ウインドサーフィン、散策など四季を通じて年間約100万人の人に親しまれており、砂浜と松林を中心とした総合的なレクリエーション施設として整備が進められている。

本高架橋は、このような周辺環境から景観を重視した設計がなされており、事業中の湾岸線の中で唯一、プレストレストコンクリート橋（PC橋）を採用している。

本稿では、本橋の設計・施工のうち、特に特徴的な点として、公園という周辺環境に配慮して検

討している「景観設計」と、公園内での施工、工期短縮という点を考慮して採用されている「プレキャストブロック工法」を中心に述べる。

### 1 二色の浜高架橋の概要

二色の浜高架橋は、表-1、図-1、写真-1に示すように、全6橋からなる多径間連続PC箱桁橋であり、1990年4月から1992年10月にかけて施工されたものである。標準断面は、図-2のように、上部工は等断面形状の上下線分離構造であり、下部工はRC単柱橋脚となっており、予備せん断型反力分散ゴム支承の採用により全橋にわたり統一的な形状となっている。構造諸元を表-2に示す。



写真-1 二色の浜高架橋全景

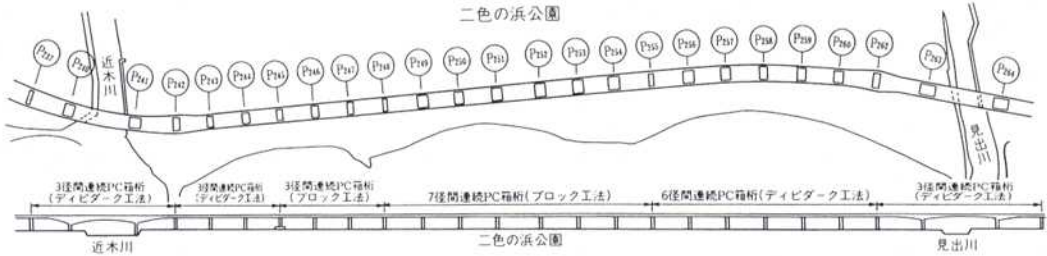


図-1 二色の浜高架橋全体図

表-1 二色の浜高架橋の構成

	構造形式	支間長	架設工法
(その1) 工区 [近木川渡河部]	3径間連続 PC 箱桁橋	55.0 m + 90.0 m + 55.0 m	ディビダーク工法
(その2) 工区 [二色の浜公園内]	3径間連続 PC 箱桁橋	3 @ 46.5 m	ディビダーク工法
	3径間連続 PC 箱桁橋	3 @ 46.5 m	ブロックカンチレバー工法
	7径間連続 PC 箱桁橋	3 @ 50.0 m + 60.0 m + 3 @ 50.0 m	ブロックカンチレバー工法
	6径間連続 PC 箱桁橋	6 @ 50.0 m	ディビダーク工法
(その3) 工区 [見出川渡河部]	3径間連続 PC 箱桁橋	70.0 m + 100.0 m + 70.0 m	ディビダーク工法

## 2 景観設計

### 2-1 基本方針の設定

二色の浜の地名は、白い砂浜とクロマツ林の緑のコントラストから由来すると言われている。そ

の豊かな自然景観の中に、どのように人工の構造物を調和させるかが課題となった。また、都市計画決定にあたっては、都市計画地方審議会の意見書に「公園機能を損なわないよう配慮するとともに、周辺景観との調和に努めること」とされた。

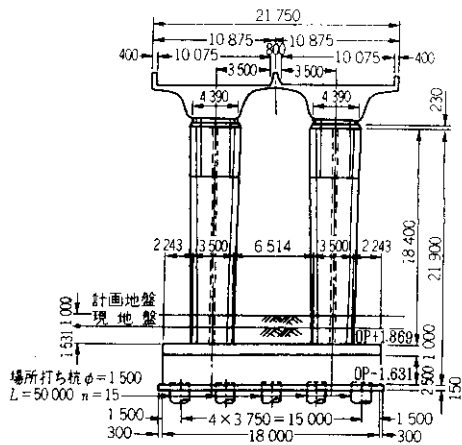


図-2 標準断面図

まず景観設計の第1として基本方針を明確にする必要がある。調和の手法としては、橋梁の存在を隠す方法、周辺環境に溶け込ます方法、橋梁の存在を強調する方法などが考えられるが、二色の浜においては、海、砂浜、松林、芝生など公園のイメージから、橋梁の存在を目立たせない方針とし、「二色の浜の白砂青松の景観をなるべく阻害せず、また、住宅地側からの視線に対して、極力目立たせないような景観的配慮を行う」を基本方針として設定した。

## 2-2 基本計画の決定

景観検討にあたっての視点の位置としては、公園東側住宅地からの視点、公園利用者の海への視

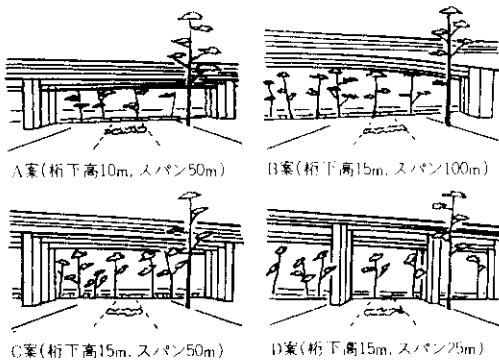


図-3 景観設計比較検討案

表-2 構造諸元

道路規格	第2種第1級 自動車専用道路
橋の等級	1等橋
設計荷重	TL-20, TT-43
下部工形式	RC 橋脚 杭基礎 場所打ち RC 杭 $\phi$ 1.5 m (アースドリル工法) 杭長 50~60 m
上部工形式	多径間連続 PC 桁橋 コンクリート PC 鋼材 (主方向) ディビダーク工法 PC 鋼棒 $\phi$ 32 mm SBPR 95/120 ブロックカンチレバー工法 PC 鋼線 12 $\phi$ 8 mm (フレシネーマルチワイヤ)

点など4点を設定している。この視点に基づき計画案を数案作成し、比較検討を行っている。

### (1) 桁下高 (図-3 参照)

10m: 圧迫感が強い。開放感がない。(A案)

15m: 高架の存在があまり気にならない。

(B, C, D案)

20m: 高さからくる不安感、威圧感がある。

検討の結果、桁下高15mを採用した。

### (2) 橋脚間隔 (スパン) (図-3 参照)

100m: 水平視界では有利だが、上部工が大きくなり重圧感がある。(B案)

75m: 重圧感、阻害感はやわらぐ。

50m: 圧迫感などの影響はほとんどなく、煩わしさも強くない。(A, C案)

25m: 橋脚増加による閉鎖感、煩わしさを強く感じる。(D案)

検討の結果、橋脚間隔50mを採用した。

### (3) 材質

土木材料としては、一般的に鋼とコンクリートが考えられるが、コンクリートのほうが穏やか、重厚等の落ち着いた感じがあり、色彩的にも中立的な背景を引き立たせる色である。このことからコンクリートのほうが、周囲との融和に優れているものと考えられ、また、上下部工を景観的に一体化するために同一材料を使用するほうが望ましいと考えられ、PC橋とした。

## 2-3 構造形式の決定

### 2-3-1 上部工形式

二色の浜公園においては、高架橋近傍の近景領域の視点で見られることが多いため、上部工が重圧感を与えないよう、できるだけスレンダーな感じにするのが望ましい。また、桁裏の構造細部が目につきやすく、縦桁、横桁の煩雑感のない箱桁が有利である。構造的にもスパン50mでの一般的な適用形式であることからPC箱桁とし、桁裏の横桁が不要となり、架設可能な重量とするため上下線分離構造とした。

箱桁の断面形状としては、できる限り軽快さを印象づけるため逆台形断面（ウェブ傾斜1:0.3）とし、コーナー部分はすべて曲線を用いて柔らかさを醸しだしている。

また、縦断的には等断面と変断面があるが、二色の浜公園内については、シンプルで軽快な印象を与える等断面を採用し、スパン50mで経済的な桁高2.8mの等断面としている。一方、二色の浜から他地区への渡河部においては、中央径間が90mまたは100mとなることから桁高が必要となるため、変断面を採用している。

### 2-3-2 下部工形式

下部工形式は、上部工とのバランスを考慮し、スリムな印象を与えるとともに、安定感のあるものとする必要がある。全体形状は、数案検討の結果、上下部のバランスなどからRC単柱橋脚2本により梁をなくし、直接上部工を支持する構造とした。（図-2参照）

断面形状は、脚天端の支承必要面積を考慮しつつ、スリム感が強調できる八角形断面とし、スリットを設けている。また、上部工との連続性を保つため、橋脚の下から上に向かって断面を広げている。

## 2-4 構造細部の景観設計

### 2-4-1 排水装置

路肩排水ますから橋脚まで至る桁部の排水管は、外観の煩雑さを避けるため、桁外部に露出しないよう図-4のようにすべて構造物内部（箱桁内部及びウェブ断面内）に取り込んでいる。桁部から

橋脚部の排水管への落としこみ部分も鋼製カバーにより覆っている。橋脚には、凹部切り込みを設置し、その中に排水管を収容して、外観が美しく見えるように配慮している。

### 2-4-2 遮音壁

本橋の両側には、写真-2のような高さ2.2mの遮音壁を設置しているが、この形式選定にも配慮している。遮音壁の支柱を高欄上に設置することにより、水平方向の連続性を確保し、透明曲面板を用いることにより道路外の眺望を確保して、閉塞感を与えないようにしている。また、横桟をなくすことにより煩雑な感じを与えないようにしている。維持管理への配慮として、透明曲面板が水平軸を中心に回転でき、外面の清掃を可能として、常に美しく維持できる構造としている。

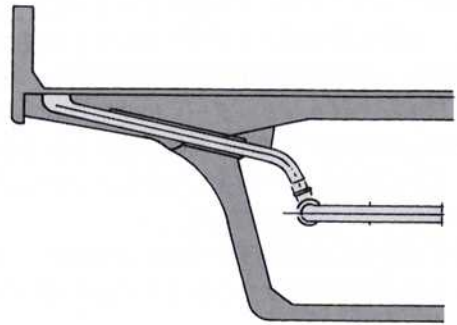


図-4 排水装置



写真-2 遮音壁

### 3 プレキャストブロック工法による施工

#### 3-1 二色の浜高架橋の施工

##### 3-1-1 プレキャストブロック工法の概要

二色の浜高架橋は、路下のほとんどが二色の浜公園内であることから工事期間中もできる限り公園利用を阻害しないように桁下空間の占用の少なく、かつ工期短縮が可能な架設工法として、ディビダーク工法およびプレキャストブロック工法を採用している。

プレキャストブロック工法による施工は、3径間連続PC箱桁橋（橋長 139.5m、支間 3 @ 46.5m）上下線各1連、および同じく7径間連続PC箱桁橋（橋長 360.0m、支間 3 @ 50.0m + 60.0m + 3 @ 50.0m）上下線各1連で採用している。

本橋でのプレキャストブロック工法は、PC桁のプレキャストブロックを製作ヤードにおいて製作し、架設時期までストックしておき、架設に必要なブロックを順次橋梁架設場所に運搬し、架設装置（エレクションガーダー）にてブロックをつり上げ、接着剤にて接合した後プレストレスを導入してPC桁として一体化しながらカンチレバー張出架設していくものである。

本工法そのものは従来からの工法であり、ヨーロッパでは1950年頃から、日本においては1966年

頃から採用されている。本工法の日本での施工事例数の推移は、図-5のようであり、どちらかといえば特殊工法的な採用が多いようである。しかし、今後、建設労働力の不足、高齢化、建設業の合理化の遅れなどの社会経済情勢の変化に伴い、PC橋の建設にあたっては施工の合理化、省力化が迫られているといえ、その対応策として考えられるのが、このプレキャストブロック工法である。

##### 3-1-2 プレキャストブロックの製作

プレキャストブロックは、図-6に示す形状であり、1ブロックのサイズは、ブロック高 2.8m、ブロック幅 9.87m、標準ブロック長 2.0m（基準ブロックは1.0m）、重量約38tと比較的大重量、広幅員の大型ブロックとしており、総ブロック数は424個である。接合部には、ガイドキー（ブロック接合面のずれを防ぎ、接合面の円滑なひずみ伝達を目的としている）とせん断キー（架設中の自重及びプレストレス等によって作用するせん断力に対するもの）の2種類の接合キーを設けている。

プレキャストブロックの製作は、現場から約5km離れた埋立地内に設置したブロック製作ヤード（50m×220m）（図-7参照）において行った。

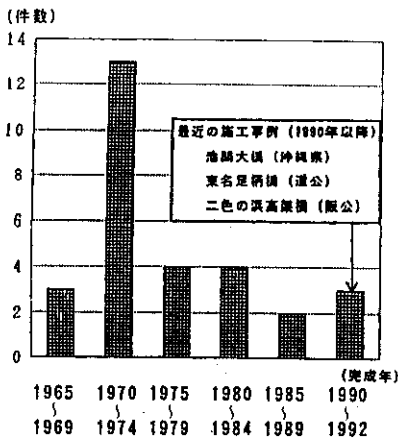


図-5 ブロック工法  
施工事例数の推移

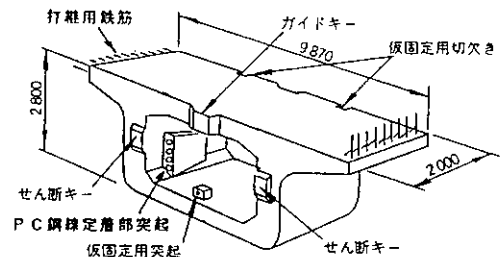


図-6 プレキャストブロック

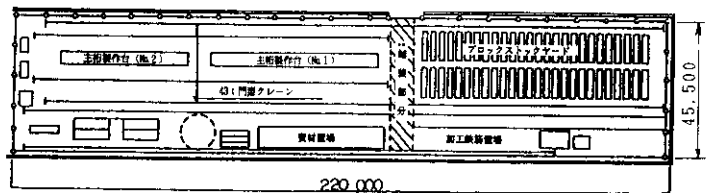


図-7 製作ヤード平面図

ブロック製作は、1基の製作台において1径間分のブロックを鋼製型枠2台を転用しながら製作して行き、製作完了したブロックから切り離す方式により2基の製作台を用いて行った。また、製作済の隣接ブロックとの接合面は、隣接ブロックとのなじみを良くするために接合断面をそのまま型枠代わりとしてコンクリートを打設していくマッチキャスト方式とした。1ブロックの標準施工サイクルは、約5日である。製作が完了したブロックは、製作ヤード内のストックヤード（100ブロック保管可能）に運搬して保管し、架設時に低床式トレーラーによる陸上輸送で現場へ搬入した。

### 3-1-3 プレキャストブロックの架設

プレキャストブロックの架設は、エレクションガーダー（延長約176m）を用いたカンチレバー工

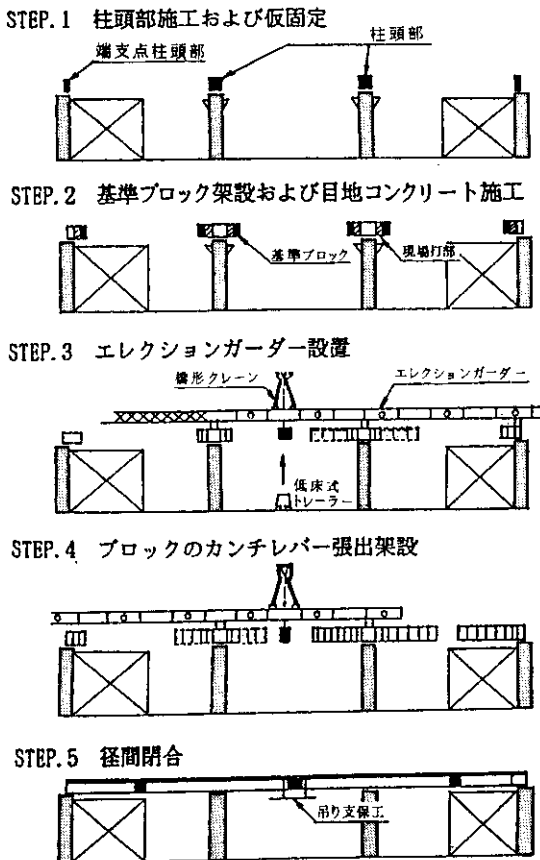


図-8 全体架設要領図

法を採用し、側径間部では一部支保工設置により架設し、それ以外はすべて片持ち張出架設で行った。架設の全体は図-8に示す5ステップの要領により行い、1ブロックごとの架設要領は図-9のように行い、この繰り返しの繰り返しによりブロック架設を行った。ブロックの接合は、エポキシ樹脂系接着剤による接着目地方式であり、主方向のプレストレスは、くさび式定着具を用いるPC鋼線（SW PRI 12φ8）を用いたFKKプレシネー工法によっている。架設速度は、平均約3ブロック/日であった。

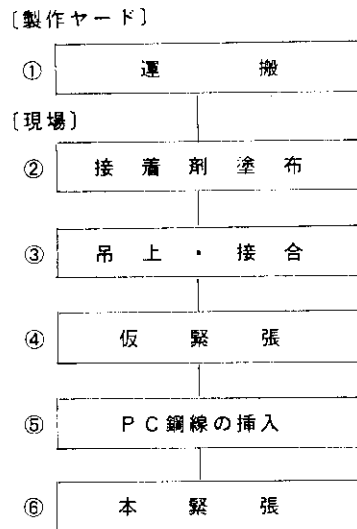


図-9 ブロック架設要領図

### 3-2 本橋の施工実績からみたプレキャストブロック工法

プレキャストブロック工法の一般的な特長としては、①急速施工により工期短縮が可能、②省力化施工が可能、などの点があげられるが、本橋での施工実績を振り返り、場所打ち工法の代表的な工法であり、本橋でも施工しているディビダーク工法との比較という視点から、工程面、労務面、費用面の各側面からその特長がどのように活かされたか整理を行ってみたい。

#### 3-2-1 工程面からの検討

二色の浜高架橋でのプレキャストブロック工法



の工期短縮効果について検討した。図-10の全体工程表で示すように、現場施工となる下部工事や柱頭部施工と製作ヤードにおけるブロック製作の並行工程により工程短縮を図っている。並行期間は、3径間で9ヶ月、7径間で13ヶ月となった。現場における本体工施工期間は、3径間で13.5ヶ月、7径間で18.0ヶ月となり、ディビダーク工法と比較して、本橋での施工実績による平均化した単位延長当たり現場施工日数からみると、プレキャストブロック工法で1.9日/m、ディビダーク工法で2.4日/mとなっており、現場での施工日数はディビダーク工法の79%であった。

### 3-2-2 労務面からの検討

プレキャストブロック工法の特長のひとつは省力化であるが、本施工での労務実績を単位延長当たりの労務人数で示したものが、表-3である。これによれば、プレキャストブロック工法では製作、架設を合わせた労務人数は26.2人/mとディビダーク工法と比べて絶対量的には多い。これは、ディビダーク工法のほうが施工実績が多く、完成度も高いためと推測される。

しかし、労務職種別にみると、図-11のように作業員の比率が比較的多く、技能工の削減、作業の単純化が可能であることがわかる。このように現段階では、残念ながら省力化の目標は必ずしも達成されているとは言えないが、今後、ブロック

表-3 二色の浜高架橋労務実績

(単位延長当たりの労務人数：人/m)

プレキャストブロック工法			ディビダーク工法
製作	架設	合計	
18.5	7.7	26.2	17.9

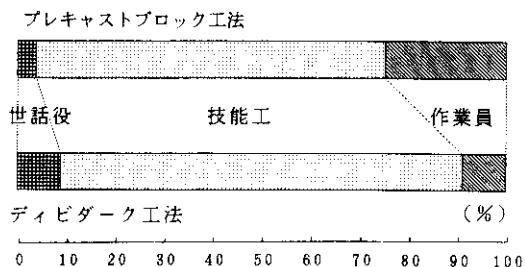


図-11 二色の浜高架橋工法別労務職種構成

製作の合理化、機械化を進め、断面形状の標準化、外ケーブル化など設計施工両面での配慮により省力化は可能であると考えられる。

### 3-2-3 費用面からの検討

費用面から両工法を比較した場合、本施工での単位延長当たりの建設費をみると、プレキャストブロック工法はディビダーク工法の約1.2倍となっている。これは、本施工のプレキャストブロック工法では、製作ヤード借地費、大型架設装

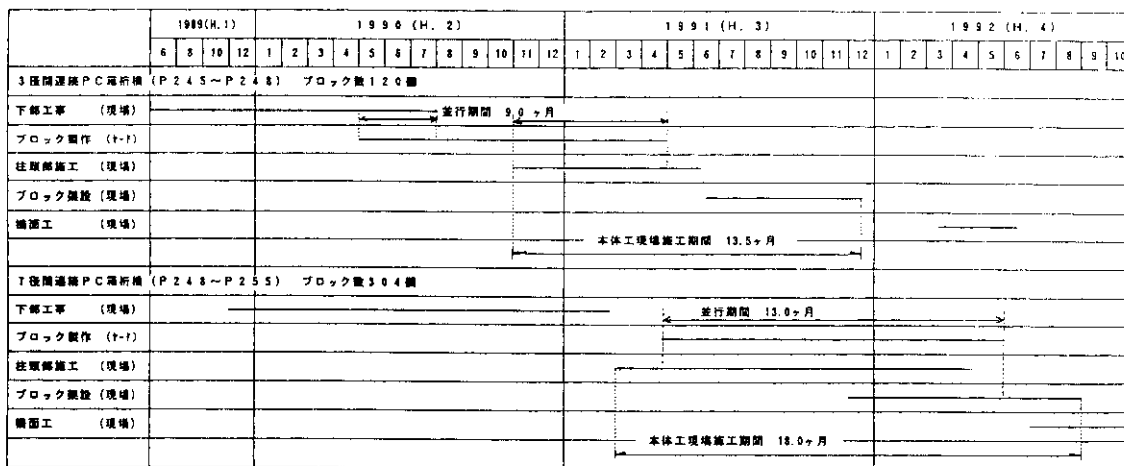


図-10 二色の浜高架橋 (プレキャストブロック工法) の全体工程表

置（エレクションガダー等）が必要であったためであり、今後、ブロックの工場製作化や大規模な本工法の採用により、コストダウンは可能と考えられる。

### 3-3 プレキャストブロック工法の技術的課題

本施工におけるプレキャストブロック工法の全体的な特長は前述したが、以下に本施工の施工面からみた個々の技術的課題やその対応策について述べる。

#### 3-3-1 ブロックの製作に関する課題

##### (1) コンクリート打設

ブロック製作に使用するコンクリートは、早強コンクリート（PH402A）で、設計基準強度 400kg/cm、スランプ 5 cm である。ブロックのウェブ断面には、シース配管、鉄筋、PC 定着体等がかなり密に配置されており、また、低スランプのコンクリートであるため、コンクリート打設にあたっての締固めが困難である。

##### (2) 型枠

型枠は、当初、外型枠、内型枠ともに鋼製としていたが、内型枠については、図-6 のようなブロック内面の PC 鋼線定着部突起が多く、また、その形状もブロックにより異なっているため、鋼製の転用が難しく、木製型枠にて制作したため、施工効率が悪化した。今後、ブロックの等断面化をさらに図る必要があると考えられる。

##### (3) 切り離し作業

ブロック製作は、製作済ブロックの断面を型枠代わりとして、隣接ブロックを製作するマッチキャスト方式であり、ストックに際し、ブロック同士の切り離し作業を図-12 のように行う。このとき、重量物のため扱いが難しく、マッチキャスト方式であるため、特にせん断キー付近にブロックの損傷が発生しやすい。良質な剝離剤の開発、水平力導入設備の設置等により改善の必要があると考えられる。

##### (4) 製作ヤード

本施工での製作ヤードは、現場近傍の埋立地内に設置したが、露天であり、天候の影響を受けるなど外的条件は現場施工とほとんど変わらない。

製作工程が全工程上のクリティカルとなることから施工効率の向上、また、品質管理の向上、労務環境の向上などを図っていくために、建屋設置などによる全天候化あるいは工場製作化が今後、必要となろう。

##### (5) 施工管理体制

施工管理については、製作ヤードは現場での施工に近いことから、1 ブロックごとに鉄筋、PC 鋼線配置、型枠、コンクリート打設、出来形といった1連の施工管理書類を作成しているが、他の施工方法と比較して、ブロック数が多いことから、その量は膨大となる。今後、その簡略化を進め、合理的な施工管理体制を考える必要がある。

##### (6) ブロックの保管

製作済のブロックの保管は、製作ヤード内の露天で行い、ブロックによっては約1年間にわたって保管するため、鉄筋、シース等に錆が生じ、ブロックが汚れるとともに、のちの構造物の劣化を早めることになる。本施工では、錆止め剤の塗布によったが、十分な効果をあげるためには、樹脂塗装鉄筋、めっきシースの使用など施工面の対応と設計上、鉄筋露出部（図-6 参照）を少なくするなどが考えられる。

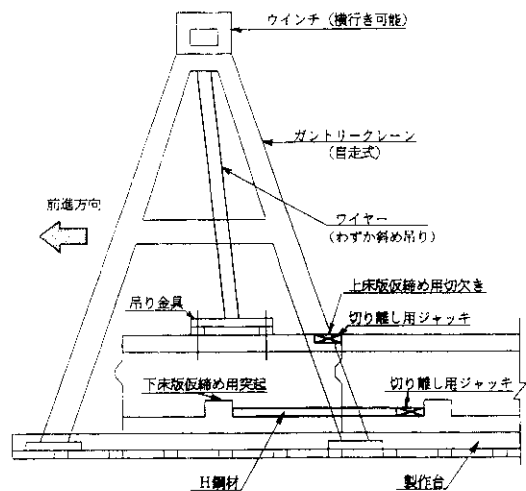


図-12 ブロック切り離し作業図



### 3-3-2 ブロックの架設に関する課題

#### (1) 基準ブロックの架設、調整作業

図-13に示す基準ブロックの架設、調整作業は、橋梁の出来形を左右する最も重要な作業であるが、高い精度が要求され、調整が非常に難しい。施工事例が少ないことから、確立された施工方法がないが、調整設備、測量設備の機械化、施工方法の工夫が今後とも必要であると考えられる。また、目地コンクリートは施工時に変動する可能性があることから、目地コンクリートの規模も考慮する必要があると思われる。

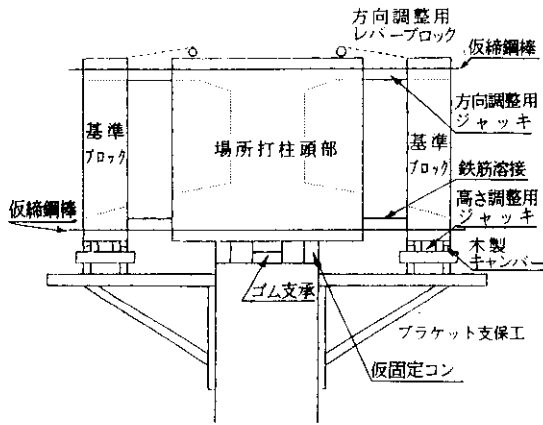


図-13 基準ブロック架設作業図

#### (2) PC鋼線の挿入作業

橋軸方向のPC工法は、PC鋼線12φ8のフレシナー工法であり、PC鋼線はブロック架設後に挿入する。このPC鋼線の挿入作業は、定着具の形状やシース内の摩擦抵抗により施工性が良くなく、架設工程上のクリティカルとなった。後挿入であることを考慮し、鋼材の大径化や施工性の良いPC鋼材（施工事例では、鋼より線が多い）の選択、作業の機械化などが必要であろう。

#### (3) 閉合誤差の修正方法

閉合誤差は、基本的には基準ブロックの据え付け精度に支配されるが、その他の要因による高さの変動もあり、その修正が必要となることがある。この場合の修正方法の開発が必要である。一方、プレキャストブロック工法に適合した合理的な精

度基準値の設定も今後の課題である。

### 3-4 本工法の今後の展開

本工法の最大の特長は急速施工、省力施工であり、今後、これらの特長を生かして、本工法をさらに技術的に有用なものとしていくためには、以上の個々の課題に対し、設計、施工の両面から解決していく必要があろう。このような技術的な課題に対する今後の展開をとりまとめて総括すると以下ようになる。

#### (1) 設計面からのアプローチ

- ・材料最小化から労務工数最小化への設計思想の転換
- ・プレキャストブロック工法のための構造設計の追求（ブロックの完全等断面化、外ケーブル化など、通常の橋梁を単にブロック分割するのではなく、ブロック工法施工にふさわしい構造設計）

#### (2) 施工面からのアプローチ

〔急速施工、省力施工〕

- ・施工の機械化、自動化、システム化の促進（施工機械の開発）
- ・ブロック製作の効率化、工場製作化（設備投資と量産ライン化）

〔品質向上〕

- ・基準ブロック架設工法への最新技術の導入
- ・閉合誤差修正技術の開発 等

今後、時代の要請を背景に、積極的な技術開発により、これらの課題を克服し、設計施工の標準化、マニュアル化がなされれば、将来のPC橋建設に有用な工法となるであろう。

### あとがき

本稿では、公園内という特殊な周辺環境の中で高架橋の建設ということで、設計面の特色として「基本計画からの景観設計」を、施工面の特色として「国内最大級のプレキャストブロック工法」を報告した。両者とも今後の都市内高速道路の建設にあたり、社会的なニーズに応える重要な技術であり、発展が期待される技術であろう。

最後に、本高架橋の施工に多大なるご努力を払われ、取り組んでこられた二色の浜工区（その2）P C桁工事関係者各位に感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 前川、馬場、坂下、吉原：二色の浜公園内高架橋景観設計、第20回技術研究発表会、昭和63年。
- 2) 阪神高速道路公団：景観対策検討事例要約集。
- 3) 東、仲：二色の浜P C桁ブロック工法の施工、第24回技術研究発表会、平成4年。
- 4) 仲：プレキャストブロック工法施工に関する考察、第25回技術研究発表会、平成5年。