

# プレキャスト セグメント工法による高架橋の建設

## — メルボルン有料道路事業 —

狭間 裕志\*1・山元 英輔\*2・大場 誠道\*3・橋本 学\*4

### はじめに

メルボルン有料道路事業は<sup>1)</sup>、メルボルン中心部を囲むように個々に独立して機能している高速道路のうち3本をリンクして連続した幹線道路を建設するものである。市内中心部の深刻な交通渋滞の原因となっている通過交通量を、リンクした高速道路で受け容れることにより、市街地の交通量を減少させることを目的としている。

事業はBOT方式で実施され、(株)大林組とトランスフィールド (Transfield, 現地大手建設業者) の共同企業体が設計・施工を行うものである。事業概要を表-1に、主要工事の工程を表-2に示す。

表-1 事業概要

事業名称	Melbourne City Link Project
事業場所	豪国ヴィクトリア州メルボルン市
事業認可者	ヴィクトリア州政府
事業会社	Transurban City Link Limited
設計施工	トランスフィールド・大林組JV
事業形態	BOT方式
総事業費	約20億豪ドル(約1800億円)
工期	1996年3月～1999年12月(表-2)

建設工事は大きく2つに分かれている(図-1, 表-3)。市中心部西側に位置する2本の既設高速道路を南北に結ぶウェスタンリンク (Western Link, 延長13.2km) と、市中心部南側の既設高速道路間を東西に連絡するサザンリンク (Southern Link, 延長7.3km) である。本稿では、プレキャストセグメント工法によるスパン・バイ・スパン架設にて施工

表-3 主要工事

工事区	種別	数量
ウェスタンリンク	既存高速道路の高規格化・拡幅	7.9km
	高架橋アプローチ部	0.5km
	高架橋の新設	4.3km
	渡河橋梁の新設	0.5km
	高架橋ランプ部の新設	8ヵ所
	インターチェンジの新設・改築	9ヵ所
サザンリンク	既存高速道路の高規格化・拡幅	5.3km
	東行きトンネルの新設	3.4km
	西行きトンネルの新設	1.6km
	接続部	0.7km
	インターチェンジの新設・改築	4ヵ所
付帯工事	料金収受システム	1式
	機械電気設備工事	1式
	周辺環境整備工事	1式

表-2 主要工事の工程

	1996年												1997年												1998年												1999年												2000年		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
〈ウェスタンリンク〉	▽工事契約締結																																																		
既存道路拡幅工	[Gantt chart bars]																																																		
高架橋アプローチ	[Gantt chart bars]																																																		
高架橋 下部工	[Gantt chart bars]																																																		
セグメント製作(本線)	[Gantt chart bars]																																																		
セグメント架設(本線)	[Gantt chart bars]																																																		
セグメント製作(ランプ)	[Gantt chart bars]																																																		
セグメント架設(ランプ)	[Gantt chart bars]																																																		
渡河橋梁 下部工	[Gantt chart bars]																																																		
上部工	[Gantt chart bars]																																																		
機械電気設備設置工	[Gantt chart bars]																																																		
〈サザンリンク〉	▽工事契約締結																																																		
既存道路拡幅工	[Gantt chart bars]																																																		
東行きトンネル	[Gantt chart bars]																																																		
西行きトンネル	[Gantt chart bars]																																																		
接続部	[Gantt chart bars]																																																		
機械電気設備設置工	[Gantt chart bars]																																																		

\*1 Hiroshi HAZAMA : (株)大林組 メルボルン工事事務所 所長

\*2 Eisuke YAMAMOTO : (株)大林組 土木本部 本部長室 課長 (株)大林組 前土木技術本部 設計第一部 課長)

\*3 Narimichi Ooba : (株)大林組 土木技術本部 設計第一部

\*4 Manabu HASHIMOTO : (株)大林組 土木技術本部 設計第一部

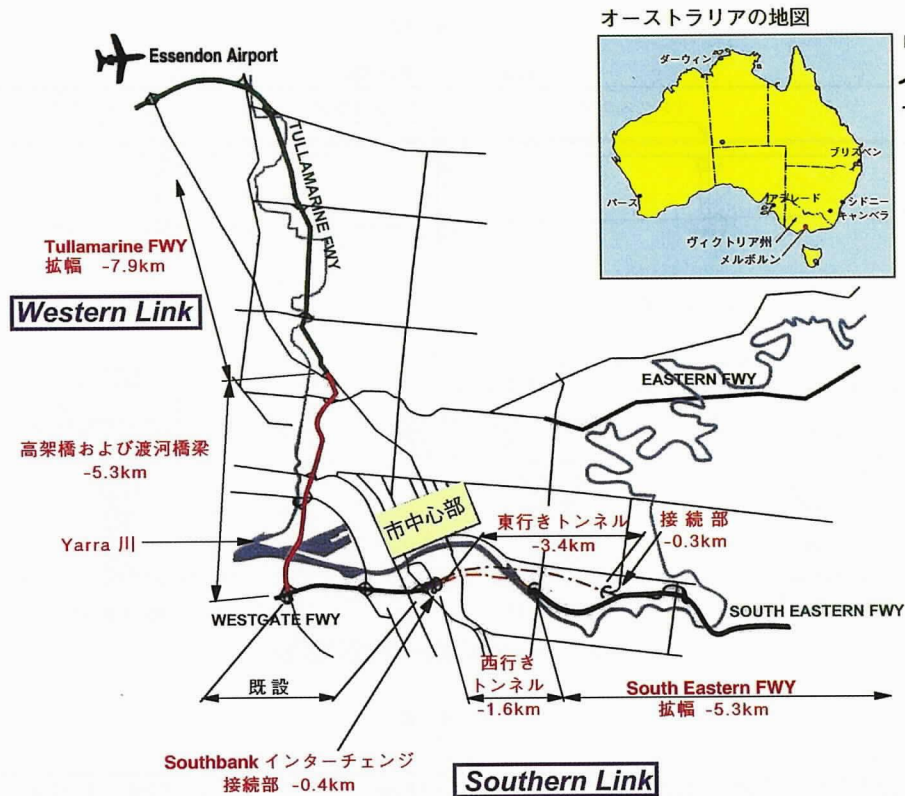


図-1 全体路線計画

を行うウェスタンリンクの高架橋建設について報告する。

### 1. 高架橋の構造的特徴

高架橋の概要を表-4に、主要工事数量を表-5に示す。高架橋工事は、本線部とランプ部に分けることができる。架橋条件の違いから架設に使用する機械のタイプは異なるが(「3.セグメント架設」を参照)、橋桁構造やセグメント製作方法は同じである。高架橋の構造一般図を図-2に、セグメント割りと主ケーブル配置図を図-3に示す。

高架橋建設の工期は約2年と厳しく、上述のプレキャストセグメント工法によるスパン・パイ・スパン架設の採用により急速施工を図った。以下に、急速施工に寄与している構造的な特徴を述べる。

#### 1.1 セグメント製作の省力化

セグメント製作を単純にするために、セグメント形状の統一を図っている。ランプ部との接続があるため橋面幅は変化するが、桁高、ウェブ間距離、ウェブ幅、床版厚などの断面形状は一定とする。また、セグメント長は橋脚セグメント以外をほぼ一定とし、スパン長の変化はセグメントの個数および柱頭部セグメントの長さで対応することとし、スパン長を決める際もこの点を考慮している。

また、主ケーブルを全外ケーブル方式にすることにより、施工性の改善、セグメントの軽量化を図っている。

#### 1.2 セグメント架設サイクルのクリティカルパスの軽減

本高架橋は単純桁で構成されている。桁間には、3~4径間ごとに伸縮継手を、その他の桁間にはリンクスラブを設けている。単純桁で構成することにより、

##### ① 場所打ち目地なしの桁架設

表-4 高架橋の概要

項目	本線部	ランプ部
構造形式	最大4径間連結単純PC箱桁橋	
延長	約4.3km (片側3車線×2)	約3.4km (8カ所合計)
幅員	14.5m	7.5m
スパン長	標準45.0m (25.7~45.6m)	標準45.0m (35.0~45.0m)
スパン数	北行き102, 南行き101	83
平面線形	最小 R=575m	最小 R=250m
縦断勾配	最大 3.8%	最大 7.0%
横断勾配	最大 5.4%	最大 6.0%
工期	1996年12月~1998年7月	
下部工形式	RC円形橋脚	
基礎形式	RCプレキャスト杭基礎	

表-5 高架橋の主要工事数量(上部工)

項目	数量	適用
コンクリート	82 000m <sup>3</sup>	Grade 50
鉄筋	16 000t	Grade 400Y
PC鋼材(主ケーブル)	3 200t	12~31S15.2
PC鋼材(床版横締め)	1 100t	5S15.2
セグメント個数(本線部)	2 582個	64t~80t/個
セグメント個数(ランプ部)	955個	48t~60t/個

##### ② 桁架設完了後の橋梁線形の最終調整

を可能にしている。また、セグメント継目部としては接着剤を使用しないドライジョイントを採用している。これらにより、架設サイクルのクリティカルパスの軽減を図っている。

#### 1.3 その他

将来の活荷重の増加や主ケーブルの取替えに対応するために、予備ケーブル設置用のダクトを、柱頭部および偏向

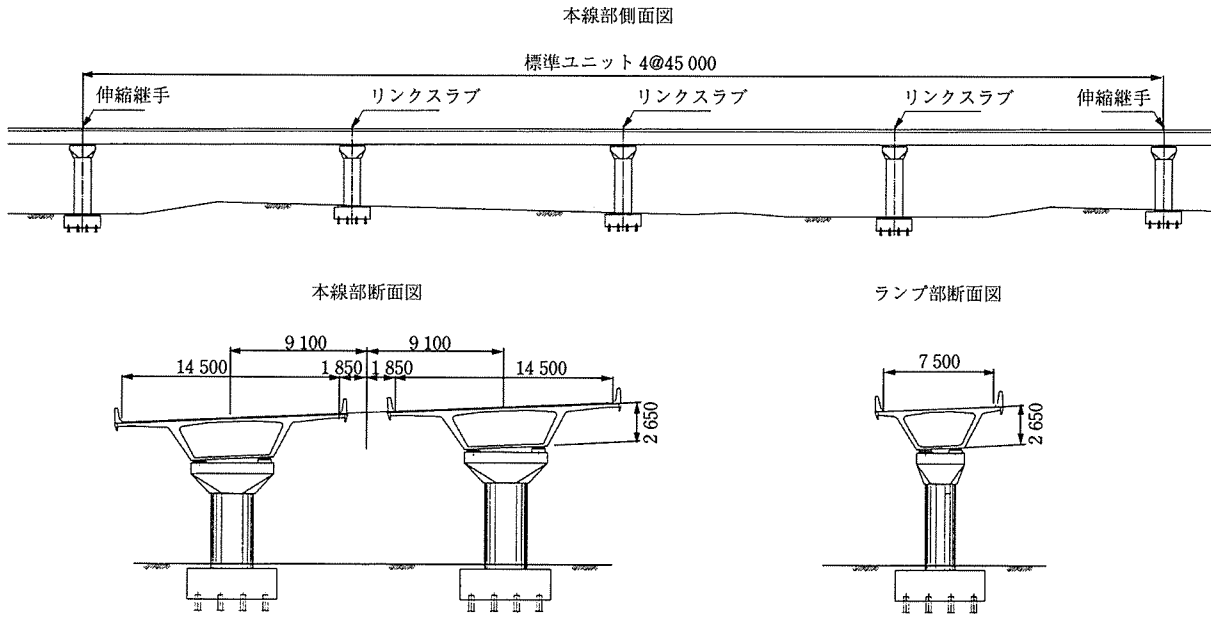


図-2 高架橋の構造一般図(標準部)

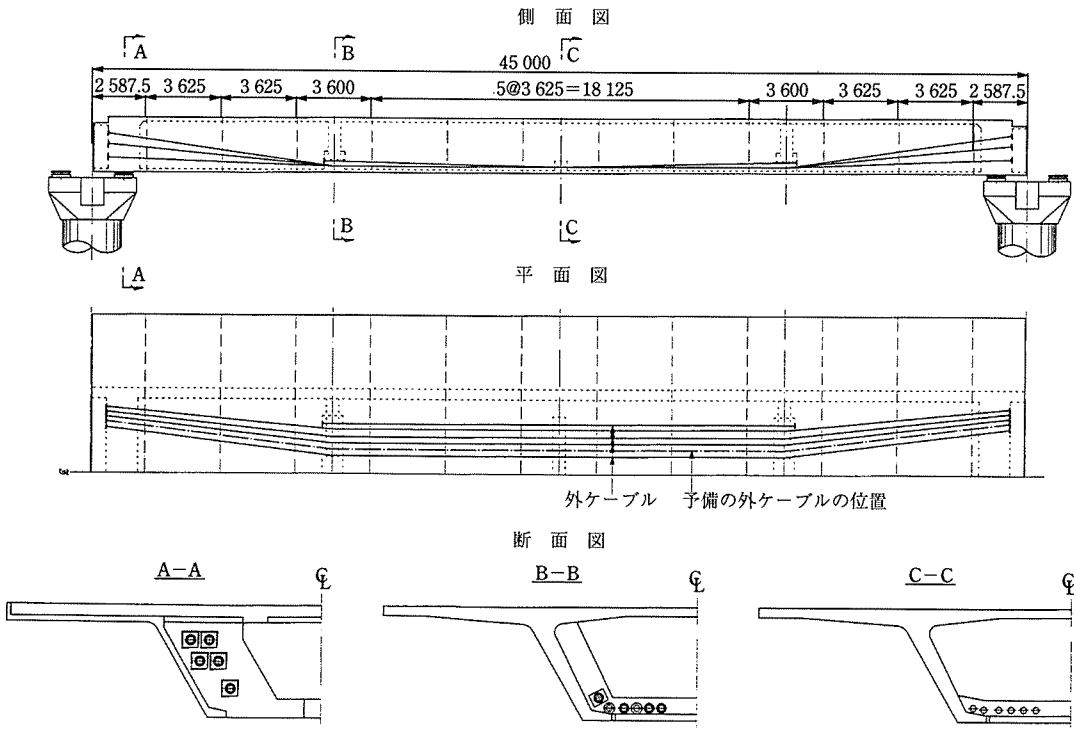


図-3 セグメント割りと主ケーブル配置図(標準部)

部セグメントに設置している。

## 2. セグメント製作

### 2.1 製作ヤード

製作ヤードの平面図を図-4に示す。約10万m<sup>2</sup>の敷地には、約800個のセグメントの仮置きが可能なヤードを確保している。製作設備としては、変化に富んだ平面線形に柔軟に対応可能なショートラインマッチキャスト方式のキャストリングセル(写真-1)を採用している。合計14基のキャストリングセルを配置し、約3,600個のセグメントを約1年半で製作する。

### 2.2 製作要領

セグメント製作に使用するキャストリングセルとしては、標準セグメント、拡幅セグメント、柱頭部セグメントの3種類を用意した。

拡幅セグメントとは、ランプ部との合流のために床版拡幅が必要なセグメントである。拡幅に対しては張出し床版の長さを伸ばすことにより対処し、ウェブ間距離を一定としている。これにより内型枠の形状は常に一定となり、標準セグメントとも同一となる。

柱頭部セグメント用のキャストリングセルを設けているのは、セグメント製作工程の中でクリティカルパスとしな

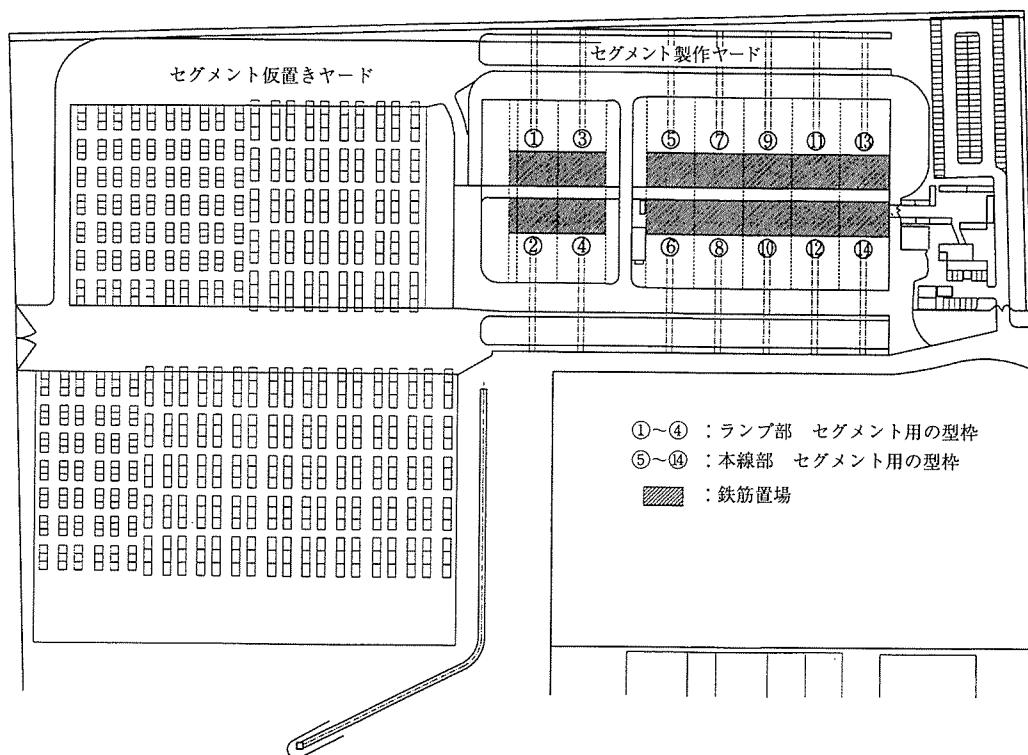


図-4 製作ヤード平面図



写真-1 ショートライン方式キャストセル

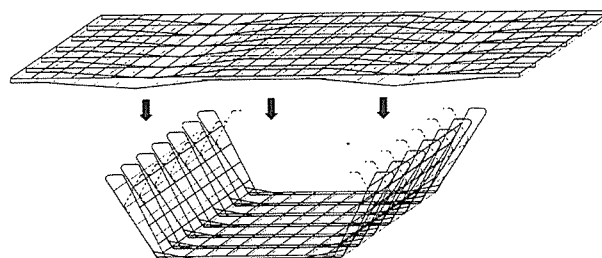


図-5 鉄筋かごの分割組立て図

いたためである。柱頭部セグメントは外ケーブル定着具を設置するための横桁があり、他のセグメントに比べて製作に時間を要する。そこで、柱頭部以外のセグメントは標準・拡幅セグメント用のキャストセルで先行して製作する。その後、柱頭部に隣接するセグメントを柱頭部セグメント用のキャストセルへ移動させ（マッチキャスト・セグメントとして使用）、柱頭部セグメントを製作する。これにより、柱頭部セグメントの製作工程が、標準・拡幅セグメントの製作工程へ及ぼす影響を軽減している。

製作サイクルは、キャストセル1基あたり、標準・拡幅セグメントで1日/個、柱頭部セグメントで2日/個である。

### 2.3 鉄筋かご製作

鉄筋かごは、上床版部分とウェブ・下床版部分を別々に組み立て、重ね合わせてハンチ筋をセットして完成させる（図-5）。組立て作業の分業化を図ることにより、製作ス

ピードを高めている。上床版部分に関しては、地覆部の鉄筋だけをさらに別に組み立てる。ウェブ・下床版部分に関しては、ウェブのスターラップと下床版の橋軸直角方向の鉄筋だけをあらかじめ点溶接にてパネル状に組み立て、さらに分業化を図っている。

### 2.4 型枠工

セグメント形状の統一を図っているため、キャストセルの部材の組替えは少なくなっている。しかし、偏向部を有するセグメントが3個/スパンあるため、内型枠の組替えが必要となる。

このため偏向部を有するセグメントは他のセグメントに比べて型枠設置に時間を要する。これに対しては、鉄筋かごに偏向部の型枠をセットした状態でキャストセル内に挿入することにより、キャストセルでの作業時間を減少させている。

### 2.5 床版横締め工

床版横締めとしては5S15.2をセグメントあたり5本配置し、緊張は2段階に分けて行う。型枠解体前に、コンクリート発現強度が17.5MPa以上であることを確認し、設計緊張の20%を導入する。キャストセルから移動後、コンク

リート発現強度が25MPa以上であることを確認し、設計緊張力を導入する。

### 3. セグメント架設

#### 3.1 概要

本高架橋は前述したように、単純桁、全外ケーブル、ドライジョイントといった特徴を有している。これらの特徴は、架設サイクルにおいてクリティカルとなる、

- ① 場所打ち目地の施工
- ② ジョイント面へのエポキシ樹脂の塗布
- ③ 架設時の慎重な線形管理  
(厳密な調整はスパンごとに後で行う)

といった作業を排除し、架設サイクルの短縮を図っている。架設終了後の作業は残るが、時間に追われることなく仕上げの作業ができるため、品質の向上にも寄与する。

#### 3.2 運搬

製作ヤードと架設地点は十数km程度離れているため、あらかじめトレーラーにより運搬を行い、各架設トラスに対して2スパン分程度を仮置きする。本線部では架設トラス背後の既設高架橋の橋面上に、ランプ部では基本的に架設する橋桁の直下に仮置きする。ただし、直下にアクセスが不可能な地点は、架設地点近傍に仮置きし、架設を行う際にトレーラーにて既設橋上を使用して架設トラス後方まで運搬する。

#### 3.3 架設トラス

架設トラスとしては2タイプを使用する(表-6)。本線部では、セグメントを張出し床版の下側から支えるタイプの Underslung Truss を、ランプ部では、セグメントを上から吊るタイプの Overhead Truss を使用する。これは、ランプ部は本線部より平面曲線半径が小さく、Underslung Truss を使用した場合、橋桁とトラスとの間隔が十分確保できないなどの架橋条件のためである。

表-6 架設トラスの種類

		Underslung Truss	Overhead Truss
構造	長さ	98m	91m
	重量	約270t	約295t
架設条件	スパン長	27m~45.7m	35m~45m
	スパン数	203スパン	83スパン
	平面線形	最小R=575m	最小R=250m

#### 3.4 Underslung Truss による架設(本線部)

##### (1) 架設手順

本線部の架設は、写真-2、図-6に示す Underslung Truss を使用して行う。標準的な架設手順を以下に示す。

- ① 既設高架橋の橋面上に仮置きしたセグメントをトレーラーにより架設地点まで運搬する。
- ② Segment Loader を使用してセグメントを架設トラス上の台車に載せる。台車はトラス上を前後に移動可能であり、セグメントの個数分ある。
- ③ セグメントを載せた台車をウインチにより前方に移動させる。台車とセグメント間のジャッキを使用して、高さや平面的な位置を調整しながら、前方のセグ

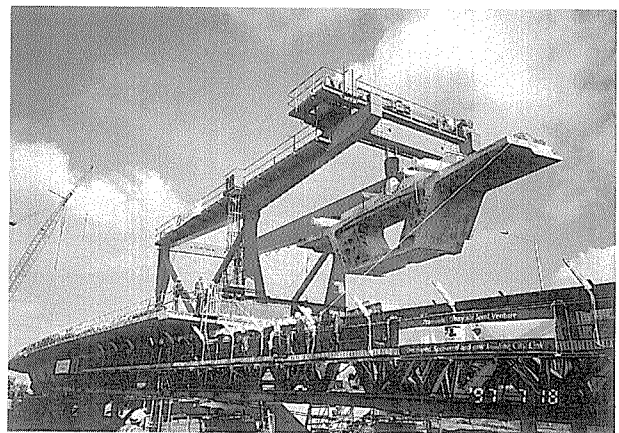


写真-2 Underslung Truss

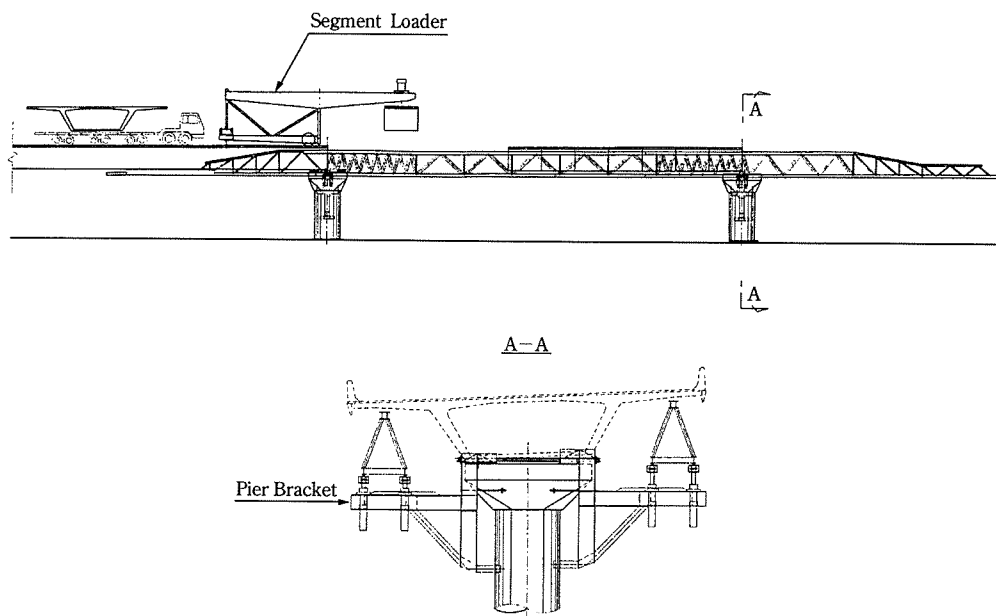


図-6 Underslung Truss

メントの間隔を詰める。

- ④ 全セグメントを載せ、間隔を詰めた後、外ケーブル保護管とケーブルを挿入し、ケーブル緊張を行う。その際、桁の重量を支承上に移す。
- ⑤ トラスを前方に移動する。橋脚上のブラケットは先行して設置しておく。
- ⑥ Segment Loaderを前方に移動する。

上記の①～④の作業により橋桁が単純桁として成立するため、セグメント運搬トレーラーなどの通行が可能となる。橋脚上の桁間の隙間に敷鉄板を載せることにより、次スパンの架設作業へ移ることができる。

#### (2) ブラケット(写真-3)

Underslung Truss を支えるためのブラケットは何度も転用して使用するため、橋脚への取付け・取外しが容易に行えることが重要である。

本高架橋では、左右に2分割したブラケットを橋脚上部にて鋼棒により固定する構造を採用した。また、ブラケットを固定しやすいように、橋脚頭部の形状をブラケットに合わせた。



写真-3 Underslung Truss用のブラケット

### 3.5 Overhead Truss による架設 (ランプ部)

ランプ部の架設は、写真-4、図-7に示すOverhead Trussを使用して行う。標準的な架設手順を以下に示す。

- ① 架設する橋梁の直下にあらかじめ運搬しておいたセグメントを、Winch Trolleyを使用して吊り上げ、所定の位置まで移動する。



写真-4 Overhead Truss

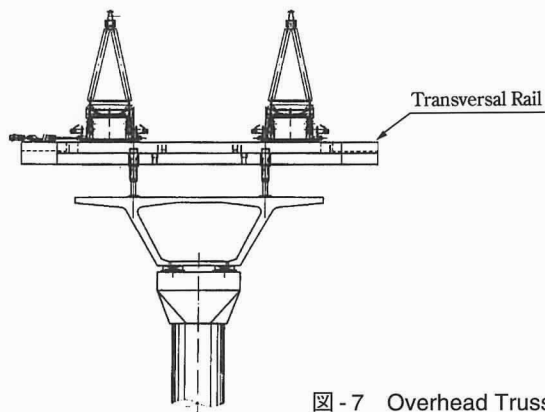
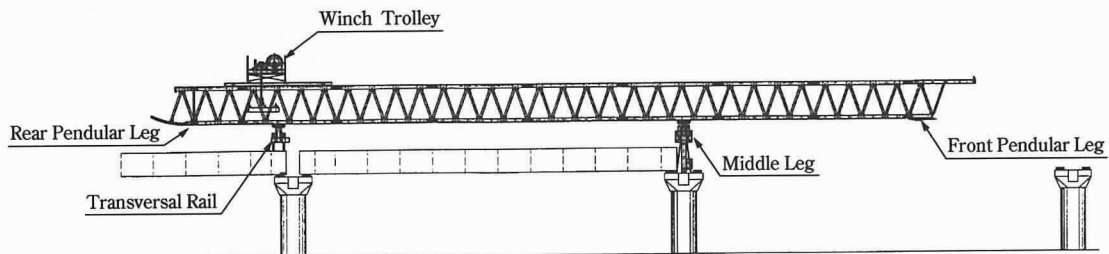


図-7 Overhead Truss

- ② 所定の位置で、架設トラス下弦から吊り下げている鋼棒に吊り替える。
- ③ ①, ②の作業を、まず前方・後方の橋脚セグメントに行い、その後、後方の橋脚に隣接するセグメントから順次行う。
- ④ 最後のセグメントを吊り上げる前に、高さや平面的な位置を調整し、各セグメント間に設置した鋼棒にてセグメントを引き寄せる。
- ⑤ 最終セグメントを吊り上げ、鋼棒にてセグメントを引き寄せる。
- ⑥ 外ケーブル保護管とケーブルを挿入し、ケーブル緊張を行う。その際、桁の重量を支承上に移す。
- ⑦ 吊下げ鋼棒を取り外した後、トラスを前方に移動する。

本線部と同様に、上記の作業により橋桁が単純桁として成立する。

### 3.6 橋梁線形の調整

桁架設が終了したスパンに対して、計画線形との誤差を算出するために測量を行う。橋桁と橋脚の間にスパン調整ジャッキを挿入し、1スパン分の橋桁をジャッキで持ち上げる。ジャッキは1橋脚あたり2個、合計4個使用し、橋軸方向および橋軸直角方向にスライドさせる機能も保有しており、1スパン分の平面および縦断線形を調整する。

### 3.7 支承および桁連結部の施工

線形の調整終了後、ゴム支承と橋桁間に無収縮グラウトを注入する。グラウト硬化後、スパン調整ジャッキを取り外しゴム支承へ荷重を移す。

桁間には、3～4径間ごとに伸縮装置を設置する。その他はスラブのみを連結するコンクリートを打設し、リンクスラブとする。リンクスラブの施工は、橋桁のクリープ・乾燥収縮による隣接スパンへの影響が小さくなるよう注意を払う。

## おわりに

本事業の全体工期は1999年12月であるが、ウェスタンリンクは8ヵ月早く完成させ同年4月に開通を予定している。現在はセグメントの製作に並行して架設を順次進めている。

本高架橋では、単純桁(床版部のみ後打ち)、全外ケーブル、ドライジョイントなどの工期短縮を目指した技術を採用した。日本国内においても、PC橋梁建設の省力化、高品質化、工事費の削減を可能にする施工法としてプレキャストセグメント工法が注目されている。実際に第二東名・名神高速道路の建設においては、本高架橋と同様のスパン・バイ・スパン架設による工事が、1km～2kmの規模で発注されている。メルボルンと日本では気象条件や設計思想が異なるため、本稿で述べた技術を国内でそのまま採用することは困難であるが、今後の橋梁架設の参考になれば幸いである。

## 参考文献

- 1) 狭間裕志：都市の将来を担うインフラ再活性事業—メルボルン有料道路事業—, 土木学会誌, Vol.82, No.11, pp.26～29, 1997.11

【1998年5月8日受付】