

香港ホンナムバイパス高架橋の建設 —プレキャストセグメントカンチレバー工法—

浅野 雅行*1・小西 喜代治*2・吉田 洋次郎*3

1. はじめに

97年7月に中国に返還された香港は、市街地の慢性的な交通渋滞に悩まされている。香港島と九龍地区を結ぶ3本の海底道路トンネルのうち、とりわけ、中央に位置するトンネルは朝夕のラッシュ時に大渋滞を引き起こしている。

香港政庁は、九龍地区の海底トンネル進入口の交通緩和とホンナム湾埋立地内の道路網整備をめざし、ホンナムバイパスプロジェクトを進めている(図-1)。

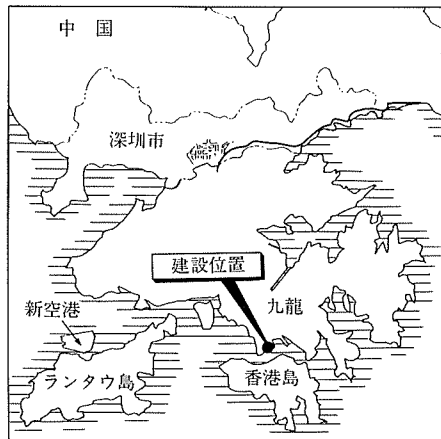


図-1 プロジェクト位置図

工事は、日本と香港の建設会社のJVにより行われており、98年2月現在で約50%の進捗率である。

本文は、同プロジェクトのうち高架橋建設工事のプレキャストセグメント工法によるPC上部工の製作・架設工事について報告する。

2. 工事概要

- 工事名：ホンナムバイパス新設工事
- 発注者：香港政庁路政署
- 施工：前田建設工業(株)・俊和JV
- 建設場所：香港九龍地区チムサッチョイ東部およびホンナム湾埋立地内
- 工事内容：1~4車線の高架道路の建設 約5000m, 既設道路の拡幅, インターチェンジの改良ほか
- 工期：1996年3月~1999年3月
- 主要数量：表-1参照

3. 上部構造の概要

本高架橋は、支間23.5~45.5mの3~8径間連続PC箱桁橋

である(図-2)。上部工は一部の柱頭部を除き、大部分がプレキャストセグメント工法である。

施工は、埋立地内は移動式クレーンを使用し、海上部、海底トンネル進入路を含む既設道路と鉄道(九広鉄道・貨物線)をまたぐ箇所は、移動式架設機によるプレキャストセグメントカンチレバー架設工法を採用した。

表-1 主要工事数量

名称	仕様	単位	数量	適要
基礎工	連壁杭他			
コンクリート	fcu'=30N/mm ²	m ³	28 900	
鉄筋		t	1 240	
橋脚・橋台工				
コンクリート	fcu'=40N/mm ²	m ³	23 500	
型枠		m ²	30 100	
鉄筋		t	3 740	0.16t/m ³
上部工				
セグメント		個	1 642	
コンクリート	fcu'=50N/mm ²	m ³	28 663	
型枠		m ²	86 205	
鉄筋		t	5 240	0.18t/m ³
P C 鋼材	F12.9他	t	1 076	0.04t/m ³

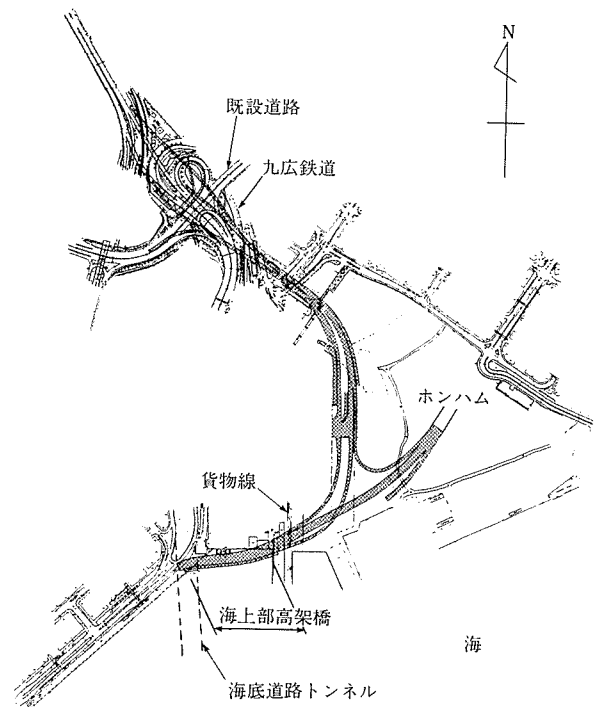


図-2 高架橋平面図

*1 Masayuki ASANO : 前田建設工業(株) 香港支店 ホンナムバイパス作業所 長
 *2 Kiyoji KONISHI : 前田建設工業(株) 香港支店 ホンナムバイパス作業所 工事課長
 *3 Yojiro YOSHIDA : 前田建設工業(株) 土木設計部 部長

4. プレキャストセグメント部の構造

4.1 プレキャストセグメント

本高架橋で製作・架設されるセグメントは、全数で1642個である。その諸元は上床版幅6~15m、長さ3.5m、桁高2.3mの1室箱形断面で重量は25~80tである。セグメントは、下床版幅3.3mの標準断面セグメント(Type-A)と6.4mの拡幅部用の特殊断面セグメント(Type-B)の2種類がある。

箱桁内部下床版には、連続内ケーブル定着用プリスター、外ケーブル用のデビエータおよびセグメント仮連結用のプリスターが配置されている。ウェブおよび上下フランジには、せん断キーが配置されている。

本高架橋には一部海上に架かる箇所もあるが、静穏な湾内であり、桁下空頭も大きいのでセグメントには特別な防食対策は行っていない。

図-3に標準的なセグメント(Type-A)の断面図を示す。

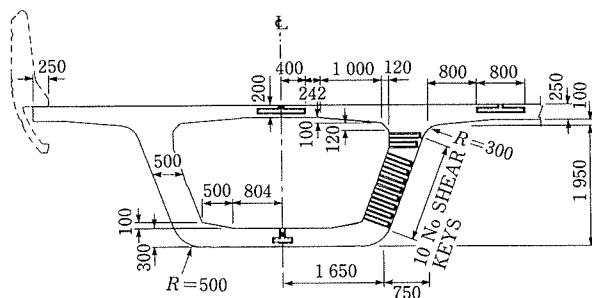


図-3 セグメント断面図

セグメントのコンクリートは、設計基準強度50MPa（立方供試体強度）であり、製作ヤードに設置したパッチングプラントから供給している。

4.2 PC鋼材

主ケーブル(9~19 F12.9)のうちカンチレバーケーブルは、上床版内に配置し、セグメント端部に定着する。連続ケーブルは下床版内に配置する内ケーブルと外ケーブルが採用されている。1径間あたり2本または4本の外ケーブルは、下床版に設けたデビエータにより曲上げ配置される(図-4)。

外ケーブルの腐食防止対策は、ケーブルをポリエチレンダクト内に挿入し、緊張後空隙にセメントグラウトを充填

することで行っている。

架設時のセグメント連結用PC鋼材として異形PC鋼棒φ36を上下床版に各2本配置している。

また、カンチレバー架設時の橋脚上の基準セグメントは、橋脚頭部とセグメントとを仮支承を介して2組のU字形に配置したPCケーブル(4~15 F12.9)でたすき掛けに緊結し、仮固定する構造となっている(図-5)。

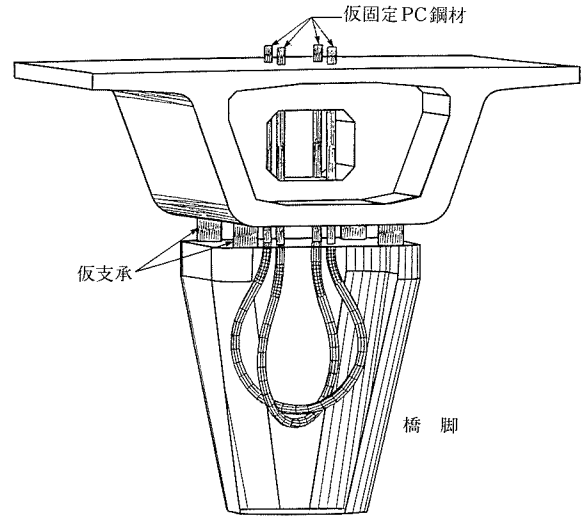


図-5 基準セグメント仮固定概念図

4.3 支 承

支承は密閉ゴム支承板支承を採用した。カンチレバー架設時は、橋脚上に設置した4組の油圧ジャッキ(700t)を装備した仮支承でセグメントを支持する。

上部工の閉合部を施工し、連続ケーブル緊張後、密閉ゴム支承板支承の上沓とセグメントとの間隙にグラウトを注入し、一体とする。グラウト硬化後、仮固定PC鋼材の応力開放と仮支承の撤去を行う。

5. プレキャストセグメントの製作

5.1 製作ヤード

セグメント製作ヤードは、香港から西方約100km離れた中国珠海市の横琴島(マカオの西方0.5km)にあるコンクリート二次製品工場の敷地内に設置した。製作ヤードは、

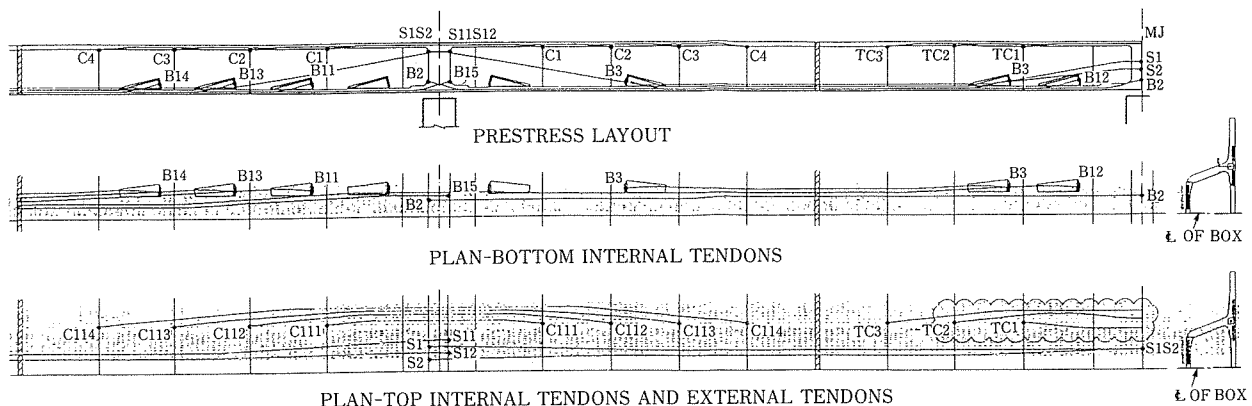


図-4 PC鋼材配置図

図-6に示すように7基の製作台、鉄筋加工・組立てヤード、セグメント養生ヤードおよびストックヤードが配置されている。

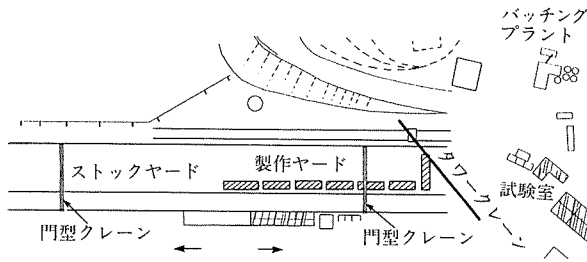


図-6 製作ヤード配置図

製作ヤードには、2基の門型クレーン（100tおよび200t吊り）、12t吊りタワークレーン、30t吊りタイヤ式ホイスト他の設備がある。

5.2 製作

セグメントは、計7基の製作台でショートライン・マッチキャスト方式で製作する。標準断面（Type-A）のセグメントのうち、支間部のセグメントは4基の製作台で、橋脚上の基準セグメントは製作台1基で製作する。標準断面セグメントの型枠を写真-1に示す。

特殊断面（Type-B）セグメントは、製作台2基で製作する。

図-7にセグメント製作順序図を示す。

- ① セグメント‘N’をマッチキャスト位置へ横移動し、セグメント‘N+1’の製作データに基づいて位置を決め、設置する。
- ② ‘N+1’の型枠・鉄筋・PC用シースを組み、測量チェックを行いコンクリートを打ち込む。‘N+1’をシートで覆い、養生する。
- ③ 養生ヤードの‘N-1’のコンクリート強度（25MPa以上）を確認し、門型クレーンによりストックヤードへ移動する。

N+1’のコンクリートが脱型強度（17MPa）に達したら出来形測量（詳細は後述）を行い、脱型する。

‘N’を養生ヤードへ横移動する。

‘N+1’をマッチキャスト位置へ横移動する。

この作業を繰り返す。

セグメント標準製作サイクル工程表を表-2に示す。

デビエータおよびプリスターは、ストックヤードにおいて



写真-1 セグメント製作用型枠

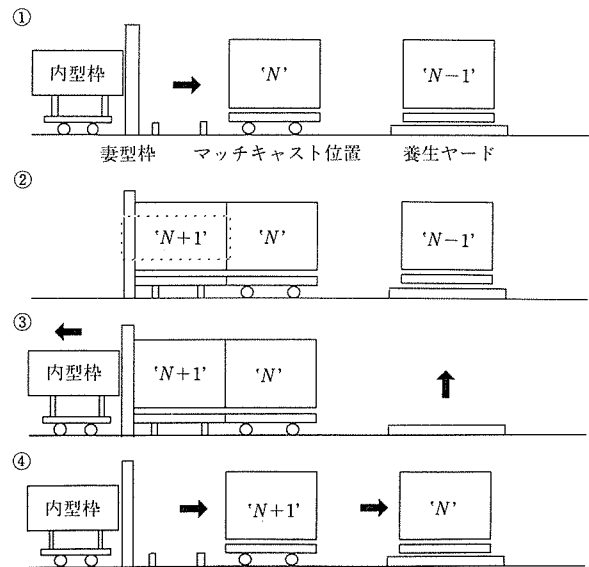


図-7 セグメント製作順序図

て製作する。

5.3 測量

本高架橋は、既設道路に取付くランプとなっているため縦横断勾配および平面曲線（R min.=50m）・縦断曲線があり、セグメントは1つとして同形状のものはない。

セグメント製作時の測量（図-8）と誤差の修正方法について述べる。

- (1) コンクリート打込み前の測量

バルクヘッド（妻型枠）上の基準点（1'、2'）と既製作のセ

表-2 セグメント製作サイクル工程表

作業項目	時間	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	備考
出来形測量																										
コンクリート強度チェック																										
型枠脱枠、セグメント移動																										
型枠セット（外枠）																										
測量																										
鉄筋籠つり込み																										
型枠セット（内枠）																										
コンクリート打設																										
養生																										

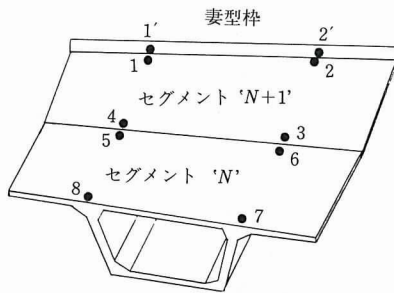


図-8 セグメント測点図

セグメント‘N’の上床版の点(5, 6, 7, 8)より, 2'-6, 1'-5, 1'-6, 2'-5の距離を測る。さらに, 点5, 6, 7, 8の高さを測量する。

これらの測定値が‘N+1’の製作データの許容値以内となるように‘N’の位置を微調整しながら測量を繰り返す。

(2) コンクリート打込み後の測量

セグメント‘N+1’の上床版の点(1~4)とセグメント‘N’の上床版の点(5~8)より, 1-2, 1-3, 1-4, 2-3, 2-4, 3-4, 1-8, 1-7, 2-8, 2-7, 7-8の距離を測る。また, 1~8の点を水準測量する。

これらの測量結果より次製作セグメント‘N+2’の製作データを補正する。

(3) 製作誤差の修正

誤差の許容値は, 高さが2mm, 2点間の距離が3mmである。その修正方法は次のとおりである。

- ① セグメントの出来形が許容値を超えるとコンピューターは, 次のセグメントの製作データの計算を自動停止する。
- ② 出来形データを取り出し, どのデータ(平面線形, レ

ベル, ねじり)が許容値を超えているのかをチェックする。

- ③ 線形を変更し, データを再入力して次のセグメントの製作データを計算する。
- ④ 次のセグメントを製作する。

なお, 線形を変更しても誤差を吸収できない場合は, セグメントを製作し直す。98年2月現在約80%のセグメントが製作完了しているが, 誤差による再製作は生じていない。

5.4 仮置きおよび運搬

セグメントは, 2基の門型クレーンを使用してストックヤードへ運搬し, 最大2段積みで保管する(写真-2)。

架設地点のストックヤード(ホンナム湾埋立地内)へは, 3500tバージ(最大40個積載)で約12時間かけて海上運搬し保管する。

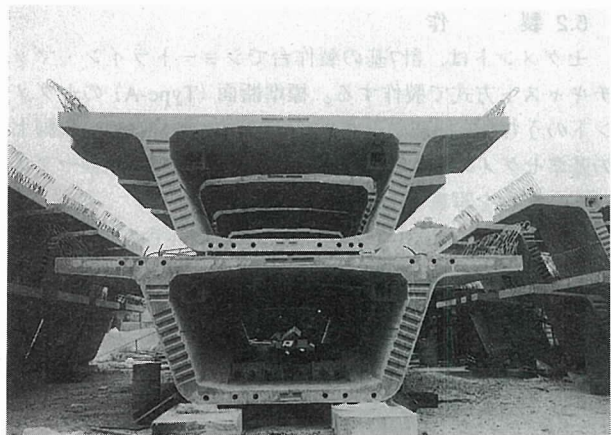


写真-2 セグメント仮置き状況



写真-3 移動式架設桁

6. プレキャストセグメントの架設

移動式架設桁および移動式クレーンによるプレキャストセグメントカンチレバー工法架設について述べる。

6.1 移動式架設桁(写真-3)

本工事に使用した移動式架設桁は、全長約112m、総重量約400tの2主桁のトラス桁を4組の架台で支え、2基の吊込み装置でセグメントを移動・架設する構造となっている。

6.2 架 設

ストックヤードから自走式セグメント台車により高架橋上を運搬したセグメントを、移動式架設桁の吊込み装置で吊り上げ、トラス桁上を走行して架設位置に搬入する。橋脚上の基準セグメントより左右対称に順次セグメントを架設する(図-9)。

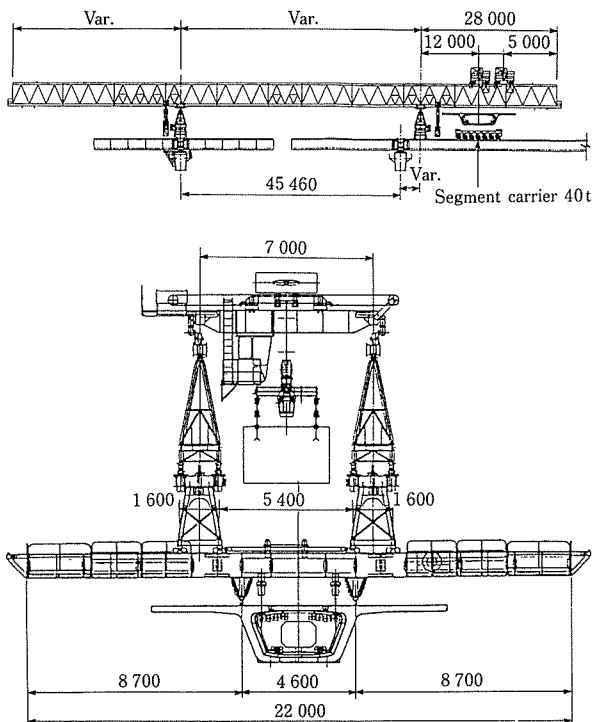


図-9 セグメント架設図

平面曲線部では、セグメント架設個数が増えるにしたがって橋脚に作用する軸直角方向のアンバランスモーメントが増加するため、図-10に示すようなカウンターウェイトを設置して施工する。

セグメント目地にはエポキシ系樹脂接着剤を塗布し、上下床版に各2本配置しているPC鋼棒で引き寄せ、仮連結する。次いでカンチレバーケーブルを配置し、緊張する。

6.3 閉合部の施工

カンチレバー架設が完了し、支間中央部の幅20cmの閉合部を場所打ちコンクリートで施工する。コンクリート硬化後連続ケーブルを緊張する。下床版内に配置した内ケーブルを下床版プリスターで、デビエータにより曲上げ配置した外ケーブルを橋脚上セグメントの横桁部で緊張・定着する(写真-4)。

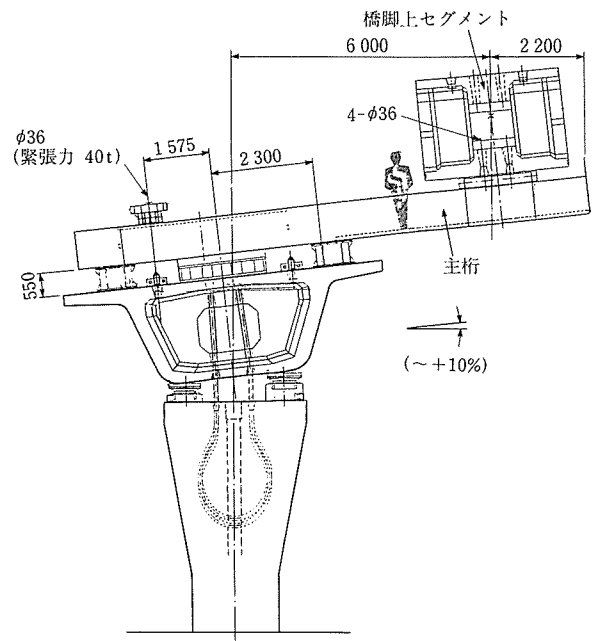


図-10 平面曲線部架設時のカウンターウェイト図

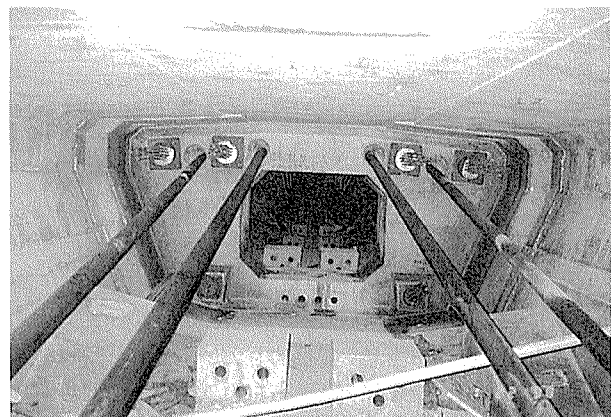


写真-4 箱桁内部

7. あとがき

本工事には、上・下部工および舗装工事までのすべてが含まれており1つの工事単位(ロット)としては日本では考えられないほどの大規模工事である。技術的にも海上部での上・下部工事、鉄道営業線・貨物線および一般道路をまたぐ箇所での上部工事があり、特に安全面で高度なものを要求されている。

また、香港においても近年非常に厳しくなっている騒音規制・交通規制を受けながらの施工となっている。

工事は、香港がイギリスから中国へ返還される前に着手し、返還後も継続して工事を行っている。体制の変化が工事に影響を及ぼすのではと当初は不安に思っていたが、ほとんど従前と変わらないというのが我々の率直な印象である。

香港は、これからも地下鉄、鉄道あるいは啓徳空港跡地の再開発等々いくつかのプロジェクトが計画されている。

本報告が今後の国内外の同種工事の参考になれば幸いである。

[1998年2月9日受付]