

キエン橋(プレキャストセグメント PC 斜張橋)の施工

Le Van Thong *1 田中 等 *2 Dang Hai*3 平 喜彦 *4

1. はじめに

ベトナム社会主義共和国は市場経済政策への移行に伴い、90年代以降、一時期の低迷はあったものの依然として高い経済成長を継続している。しかしながら地方を中心とした貧困の克服は緊急かつ重大な社会的課題であり、現在インフラ整備が国内各地で鋭意進められているところである。日本からのODA案件も数多く、幾つかの長大橋の建設を含めて多くのプロジェクトが現在計画中もしくは建設が進められている。

首都ハノイ、およびハノイ東方沿岸地域に位置するハイフォン市とクアンニン市を結ぶ三角地域は、北部ベトナムにおける経済重点開発地域として、国道1号線、5号線、10号線および18号線からなる交通ネットワークの早期完成に向けて建設が進められているところである。これらのプロジェクトは国際協力銀行(JBIC)の円借款により実施

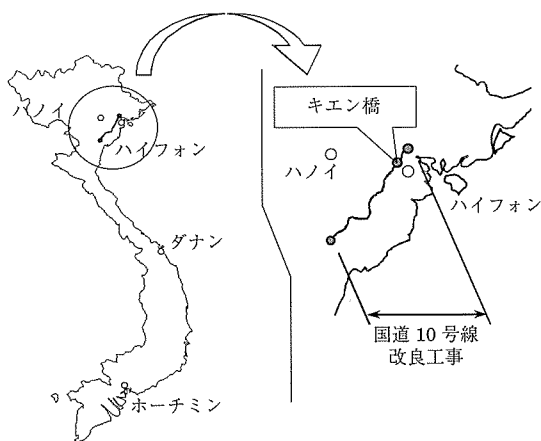


図-1 架橋位置

されており、このうち国道10号線改良工事は、北部沿岸地域の河口部北岸のクアンビン省から同南岸のニンビン省を結ぶ沿岸地域162km区間となる(図-1)。

今回報告するキエン橋建設工事は国道10号線改良工事の1パッケージ(工区)であり、ハノイより東方約100km、ハイフォン市の北西部に位置する全長1620mの建設プロジェクトである。

2. プロジェクト概要

2.1 概要

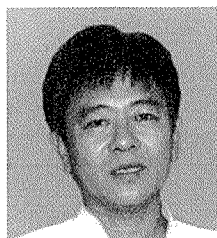
プロジェクト概要を表-1に、主橋梁部構造概要を表-2に示す。本工事はカム川を跨ぐ中央径間200m、橋長370mの3径間連続PC斜張橋と、東西アプローチ橋および取付け道路区間とから構成されている(図-2)。

2.2 組織体制

本プロジェクトの組織体制を以下に示す。国道10号線改良工事は、運輸通信省(MOT)第18工事管理局(PMU18; Project Management Unit No.18)の管理下で行わ

表-1 プロジェクト概要

プロジェクト名	国道10号線改良工事 パッケージB-5 キエン橋建設工事
事業主	ベトナム社会主義共和国 運輸通信省 第18工事管理局
資金援助	国際協力銀行円借款
コンサルタント	日本工営,TEDI (Transport Engineering Design Incorporation)
施工者	三井住友建設・Thang Long Construction Corporaton JV
全長	1620 m
主橋	370 m
アプローチ橋	816 m
道路土工	434 m
工期	2001年4月～2003年10月



*1 Le Van Thong

運輸通信省第18工事管理局
課長



*2 Hitoshi TANAKA

三井住友建設・Tang Long JV
所長



*3 Dang Hai

三井住友建設・Tang Long JV
副所長



*4 Yoshihiko TAIRA

三井住友建設・Tang Long JV
品質管理マネジャー

表 - 2 主橋梁部構造概要

橋梁形式	3 径間連続 PC 斜張橋
橋長	370 m (85 m + 200 m + 85 m)
幅員	全幅 16.7 m 車道部 10.5 m 歩道部 1.5 m*2
縦断勾配	4 %
平面線形	$R = \infty$
基礎形式	場所打ち杭基礎
主桁	プレキャストセグメント方式 3 室箱桁断面 桁高 $h = 2.2$ m
主塔	準 H 形 RC 構造 $h = 51.5$ m (橋脚天端より) $h = 79.5$ m (フーチング天端より)
斜材	セミハープ形 2 面吊り 9 段配置

表 - 3 主要工事数量

項目	種別	仕様	単位	数量
コンクリート	主橋下部、基礎	25 - 40 Mpa	m ³	15 243
	主橋主塔	40 Mpa	m ³	1 390
	主橋主桁 (場所打ち)	45 Mpa	m ³	511
	プレキャストセグメント	45 Mpa	個	110
	アプローチ下部・基礎	25 - 30 Mpa	m ³	9 813
	アプローチ床版	30 - 35 Mpa	m ³	3 660
	PCI 桁	40 Mpa	本	144
鉄筋		ASTM Gr 60	ton	4 467
PC 鋼材	主橋内ケーブル	12 S 15.2	ton	38
	主橋外ケーブル	19 S 15.2	ton	52
	主橋 PC 鋼棒	$\phi 32$	ton	89
	主橋横締めケーブル	12 S 15.2	ton	24
斜材		37 ~ 48 S 15.2	ton	195
道路	盛土		m ³	64 300

れ、工事の直接の運営・管理は PMU18 の中の執行部門である第 5 部 (PID5 ; Project Implementation Department No.5) が行った。また、施工管理は日本とベトナムのコンサルタント (日本工営, TEDI) で構成されるコンサルタント JV により行われた。

施工は日本企業とベトナム企業の JV により実施され、メインコントラクターの職員構成としては日本人職員が最盛期に約 10 名、ベトナム人職員約 25 名であった。この下でサブコントラクター 6 社 (道路 2 社、アプローチ橋 2 社、主橋 2 社) が工事に携わり、その他に機械設備の計画および調達、橋面工、電気設備等をそれぞれ担当する数社のサブコントラクターが加わった。労務者は一日あたり最大で約 700 名に達し、昼夜 2 交代制で施工を行った。

3. 下部工の施工

基礎形式は場所打ち RC 杭基礎であり、アプローチ橋脚では杭径 $\phi = 1$ m、杭長 $L = 30.5 \sim 40.5$ m で 1 橋脚あたり 6 ~ 12 本、計 240 本を配置し、主橋脚では杭径 $\phi = 2$ m、杭長 $L = 30.5$ m で各主橋脚に 20 本配置されている。架橋位置の土質条件は、N 値 0 ~ 8 程度の軟弱地盤層が約 15 m あり、その下に粘土質層約 10 m、風化岩層と続き、支持岩層へ達する。このため杭の施工は、風化岩層まではアースドリルで掘削し、支持層への根入れはリバースサーキュレーションと回転式削岩機を併用して行った。

橋脚のフーチングは、床付け位置が現地盤より 15 m 低く、地下水位より 13 m 低いため、鋼矢板で仮締切りを行い切梁および腹起しを 2 段にして施工した。フーチング 1 カ所あたりのコンクリート数量は 2 300 m³ であり、打設は 2 回に分けて行った。

4. アプローチ橋上部工の施工

アプローチ橋は 6 主 PCI 桁および場所打ち RC 床版から構成される合成桁橋であり、PCI 桁架設後に桁間にプレキャスト RC 板 ($t = 80$ mm) を敷設して床版施工用の底型枠とした構造が採用されている。なおこの RC 板は床版の構造部材の一部とみなされていない。橋長は主橋の東西に各 $L = 408$ m であり、それぞれ 4 径間連続桁橋が 3 連、12 径間により構成されている。(図 - 2、4)

PCI 桁は、東西それぞれの架橋地点に隣接して設置した

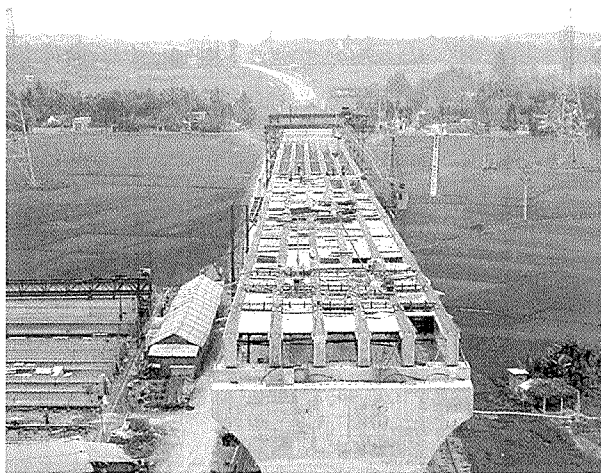


写真 - 1 アプローチ橋の施工 (東橋)

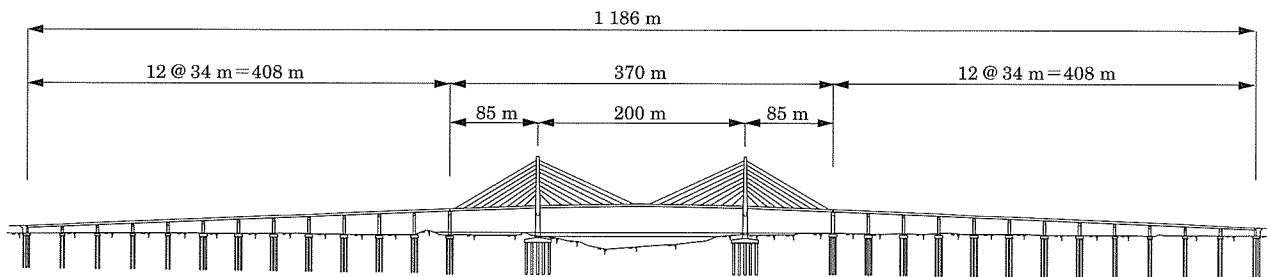


図 - 2 橋梁部全体一般図

製作ヤードでおのおの2基の製作台を用いて製作した。PCI桁の架設は、工事用道路の配置およびサブコントラクター各社の保有資機材等を考慮して、東橋では門形クレーンにより架設し、西橋ではトラッククレーンにより架設した。(写真-1)

5. 主橋上部工の施工

5.1 概要

主橋は橋長370 mのPC斜張橋であり、中央径間はカム川を跨ぐ条件より支間長200 m、側径間は隣接する堤防との関係より支間長84.4 mである。主桁は全幅16.7 mの逆台形3室箱桁構造であり、プレキャストセグメント構造が採用されている。本橋では構造系全体のバランスをとらせるために側径間にはコンクリートのカウンターウェイトが設置され、セグメント長は2.5 m～3.5 m、セグメントの重量は最大で1 138 kN、カウンターウェイトを含めると最大1 254 kNである。主塔は塔高51.5 m、フーチング頂部より79.5 mを有した傾斜H形タイプであり、斜材は2面吊り準ハープ形配置である(図-3～6)。使用PC鋼材としては、張出し鋼材にPC鋼棒φ32 mmを、完成鋼材として内ケーブル12 S 15.2 mmおよび外ケーブル19 S 15.2 mmを使用している。外ケーブルはグリース+PEで被覆されたストランドを用いたノングラウトタイプで、保護管としてHDPE管が配置され、定着部のみグラウトしている。また、斜材定着部隔壁には横締めPC鋼材として12 S 15.2 mmを用いている。

主桁の施工は、エレクションノーズを用いたバランスドカンチレバー工法により行った。本架設工法によるプレキャストセグメントPC斜張橋は日本国内においても数少なく、支間200 m規模の箱桁橋に至っては国内でも施工実績はない。

主橋における施工順序を図-7に、工事工程表を図-8に示す。

5.2 セグメントの製作

5.2.1 概要

プレキャストセグメントは、架橋地点の東西両岸に設けた製作ヤードにて、ショートラインマッチキャスト方式で製作した。セグメントは、東西おのおのについて中央径間28個、側径間27個製作し、総計で110個である。セグメントは斜材定着突起および隔壁の有無により斜材セグメントと標準セグメントに分けられる。セグメント長さの割付けに際しては、斜材配置間隔が主桁位置で中央径間10 m、側径間8.5 mと異なるため、斜材定着体の配置およびセグメント重量等を考慮して、斜材セグメントを3.0 mとし、標準セグメントは中央径間で3.5 m、側径間で2.5 m、3.0 mと変化させた。東側セグメント製作ヤードの配置図を図-9に示す。

5.2.2 セグメントの製作

本橋で用いたショートライン方式セグメント製作設備を図-10に示す。

セグメント製作台は東西製作ヤードに各2基(中央径間用、側径間用)、合計4基設置した。型枠設備は、セグメン

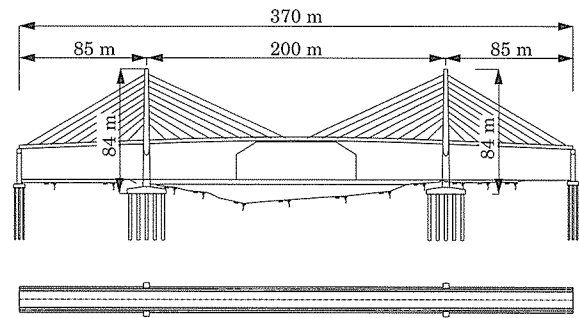
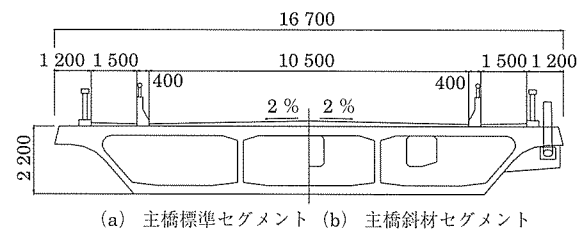
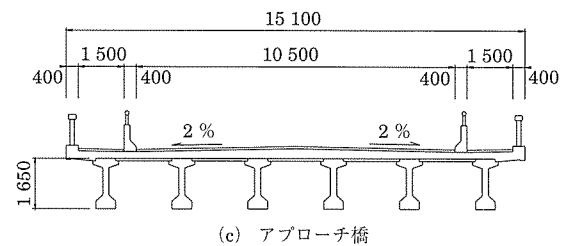


図-3 主橋一般図



(a) 主橋標準セグメント (b) 主橋斜材セグメント



(c) アプローチ橋

図-4 主橋およびアプローチ橋の主桁断面

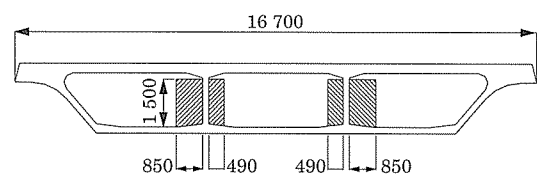


図-5 側径間カウンターウェイトの配置

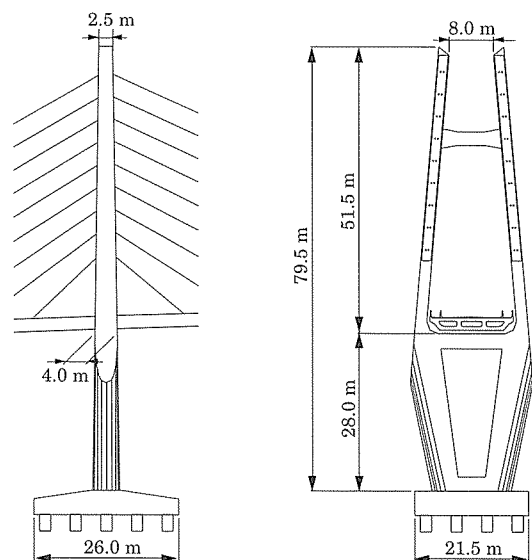
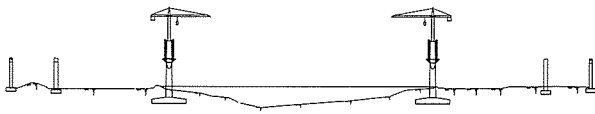
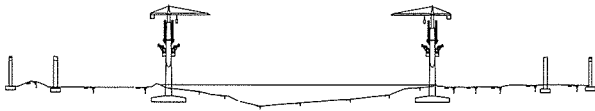


図-6 主塔、橋脚一般図

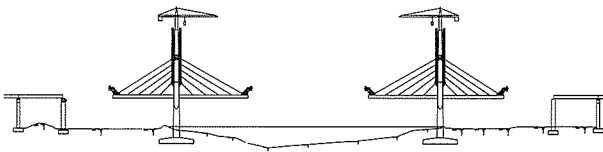
Step-1: 下部, 主塔 1-4 Lot 施工



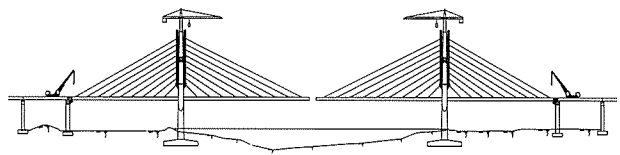
Step-2: 柱頭部施工, ノーズ設置



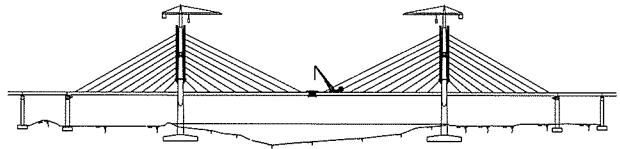
Step-3: 主塔 5-12 Lot, 張出し施工



Step-4: ノーズ撤去, 側径間閉合



Step-5: 張力調整, 中央閉合



Step-6: 最終張力調整, 橋面工

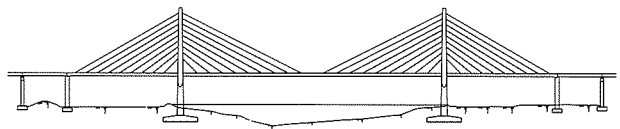


図-7 主橋施工順序

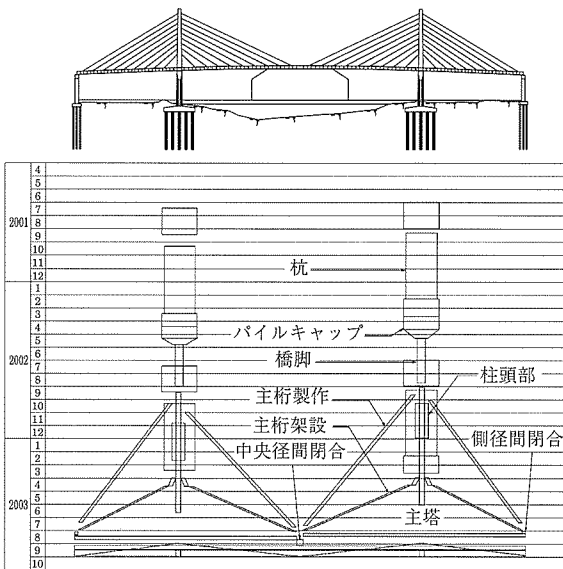


図-8 工事工程

ト長の変化に対応させるためにスライド機構をもつ端版と、開閉式の側型枠、移動式の内型枠、および底型枠で構成されている。

側型枠は、張出し床版の下に設けた側枠架台で支持され、支持点がピン構造となっており、側枠開閉ジャッキで開閉する構造としている。内型枠は、後方架台上でスライド機構を有する主梁に取り付けられている。コンクリート打設時は、OLD セグメント上床版より主梁前方を吊る形式で支持する構造としている。

底型枠は、調整型枠の脱着によりセグメント長の変化に対応する構造としている。底型枠は、底版横梁および、鉛直ジャッキにより支持され、OLD セグメント底版は鉛直油

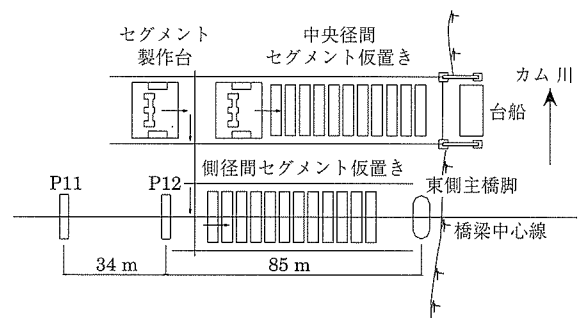


図-9 セグメント製作ヤード(東側)

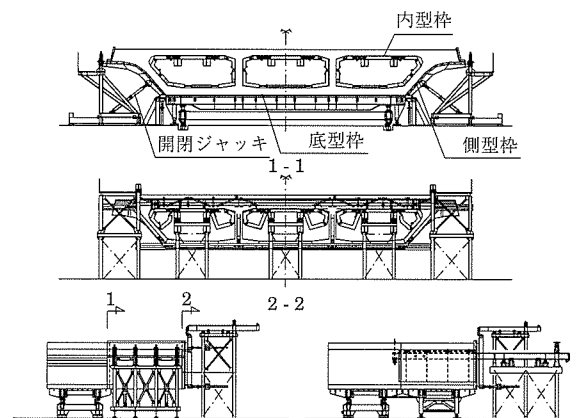


図-10 セグメント製作設備

圧ジャッキを有する移動台車に支持されている。

揚重設備には、セグメントの取出しおよび移動用として 1 320 kN 吊り門形クレーン、鉄筋・型枠組立て用として 147 kN 吊り門形クレーンを東西製作ヤードに各 1 基ずつ配

表 - 4 標準セグメント主桁製作サイクル

日	1	2	3	4
測量	■			
型枠脱型	■			
型枠清掃	■			
セグメント切離し	■			
底型枠設置	■			
Oldセグメント設置	■			
外型枠, 端枠設置	■			
内型枠設置		■		
鉄筋, シース組立て		■	■	
打設準備			■	
打設・養生			■	■

置き、両クレーンとも同一の軌道上を走行した。

表 - 4, 5 に標準セグメントおよび斜材セグメントの製作サイクルを示す。

5.2.3 セグメントの仮置き

セグメントの製作およびストックヤードは架橋地点と近接して、側径間のセグメントは側径間の直下に、中央径間のセグメントはこれと並行に配置した。セグメント仮置き構造としてはプレロードによる地盤完了後に、現地における資機材調達の難易さも考慮して、ダブルT形のコンクリートスラブ構造とした。コンクリートスラブは、1セグメント仮置き台ごとに目地を設け、隣接する仮置き台に直接影響を与えないようにした。セグメントは内外ウェブ直下の8点で支持し、セグメントと鉄筋コンクリートスラブの間には緩衝材として堅木を設置し、8点の堅木の高さがレベルになるように薄ベニヤ等で調整した。(写真-2)

側径間に配置されるカウンターウェイトは架設に先立ちストックヤード内にて打設した。この際、架設までのセグメントのクリープ変形を極力抑えるために打設時期を架設に極力近づけるように設定した。カウンターウェイトとウェブ、下床版との間には、 $t=2\text{ mm}$ のスポンジシートを敷設し、構造的に主桁と縁を切っている。

5.2.4 コンクリート工

主桁コンクリートの配合を表 - 6 に示す。主桁コンクリートは $\sigma_{ck} = 45\text{ MPa}$, $W/C = 33.6\%$ とし、混和剤には高性能減水剤 (Sikament NN) を使用した。東側および西側それぞれにパッチングプラントを建設し、プラントから打設

表 - 5 斜材セグメント主桁製作サイクル

日	1	2	3	4	5	6
測量	■					
型枠脱型	■					
型枠清掃	■					
セグメント切離し	■					
底型枠設置	■					
Oldセグメント設置	■					
外型枠, 端枠設置	■					
内型枠設置				■	■	
鉄筋, シース組立て		■	■	■	■	
斜材ガイドパイプ設置			■			■
打設準備						■
打設・養生						■

表 - 6 セグメントに用いたコンクリート配合

設計基準強度 (MPa)	粗骨材最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	W/C (%)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	高性能減水剤
45	20	14 ± 2.0	33.6	168	500	C*1.2%



写真-2 スtockヤード

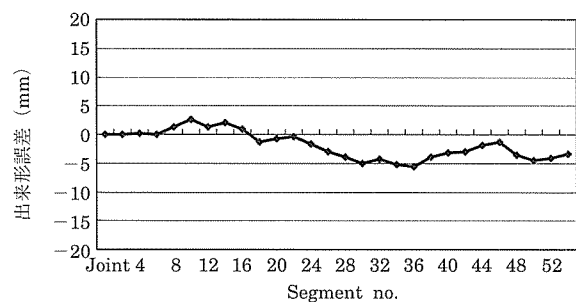


図-11 セグメント製作出来形誤差 (西側側径間)

地点まではアジデータ車でコンクリートを運搬した。コンクリートの打設は、ウェブ1層目、下床版、ウェブ2層目および上床版の順に行った。

コンクリートの養生は、養生マットを用いて散水養生により行った。型枠は養生後コンクリート強度が14Mpaに達したことを確認した後に脱型した。セグメント製作時の設計上越し量に対する製作出来形誤差を図-11に示す。

5.3 セグメントの架設

5.3.1 エレクションノーズ

セグメントの架設に用いたエレクションノーズを図-12に示す。本橋では3室4主ウェブを有する主桁に対して、2主トラス構造のエレクションノーズを用いた。メイントラスは、トラスの反力を橋軸直角方向の梁を介して内外ウェブに分担させる構造としている。なお、エレクションノーズ設置後にベトナム国内の安全基準に従い、荷重載荷試験を実施し、エレクションノーズの吊り能力および各構成部材の安全性を確認した。最大吊り能力1470 kNに対し、静的載荷では25%割増しを、動的載荷としてのウインチ巻上げ時には荷重の10%割増しを考慮

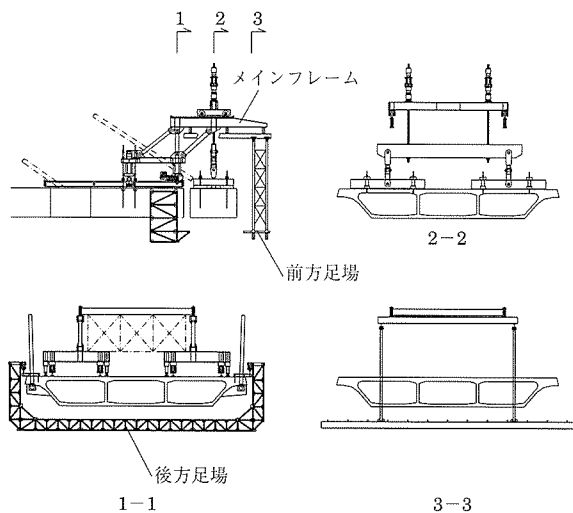


図 - 12 エレクションノーズ

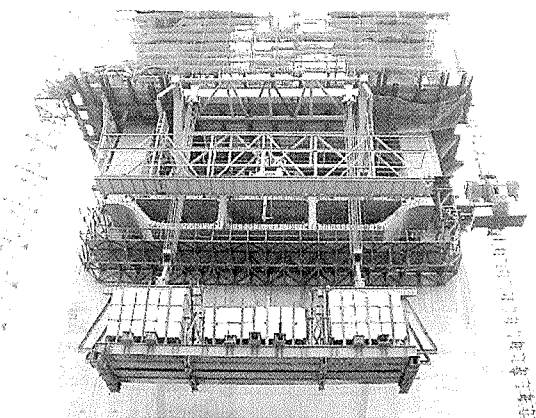


写真 - 3 エレクションノーズ載荷試験

した。(写真 - 3)

5.3.2 柱頭部および基準セグメントの施工

柱頭部は、橋脚頂部に設置したブラケット支保工による場所打ち施工とし、エレクションノーズ2基を設置するための必要幅より $L = 9.6 \text{ m}$ とした。また、柱頭部と基準セグメントとの間には $t = 500 \text{ mm}$ の場所打ち目地を設けた。

基準セグメントの据付けに際しては、その時点までに製作したセグメントの出来形によるシミュレーションに基づいて据付位置を決定した。基準セグメント架設後、間詰め部にジャッキベースを仮設置し、チェーンブロック等で仮保持させた状態で間詰めコンクリートの一部を先行打設した。その後PC鋼棒の一部を緊張してジャッキベース等を解放し、鉄筋、型枠の組立ておよびPC鋼棒の接続を行い、間詰めコンクリートを打設した。(写真 - 4)

5.3.3 セグメントの架設

中央径間セグメントは河川内での架設であり、ストックヤードから河岸へ門形クレーンで直接セグメントを運搬して台船に積み込むこととした(写真 - 5)。その際、河川の潮位差によりセグメントの積み込みが可能な水深となる時間が異なっていたため、あらかじめ過去の潮位データなどを参考に架設日に応じて施工可能な時間帯を設定し、施工サ

イクルに支障をきたさないように配慮した。河川内でのセグメント架設においては、タグボートにより台船を曳航してエレクションノーズの直下まで運航した後、エレクションノーズから直接ウインチでセグメントを吊り上げた。(写真 - 6)

側径間セグメントは、門形クレーンでセグメントをエレクションノーズ直下に移動、仮置きした後にエレクションノーズから直接吊り上げて架設した。



写真 - 4 基準セグメントの架設

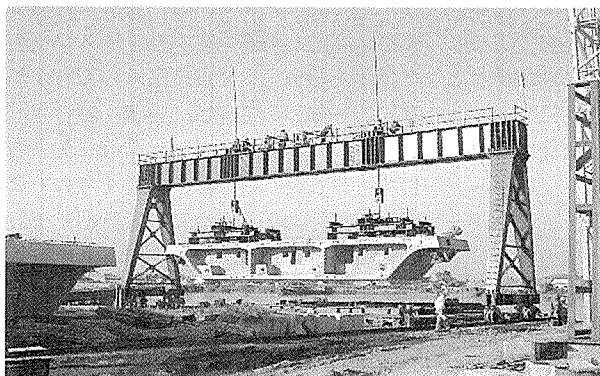


写真 - 5 セグメントの積み込み

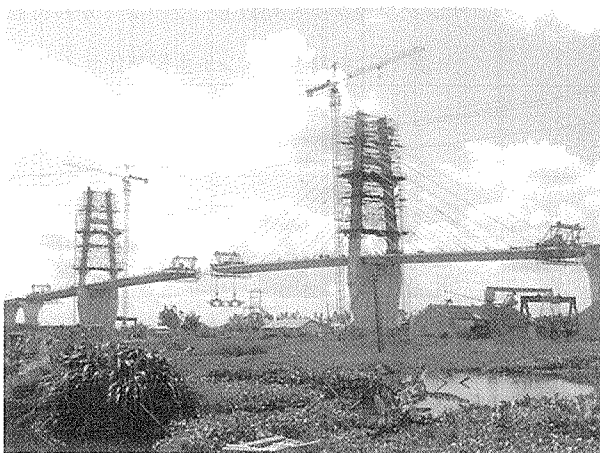


写真 - 6 セグメントの架設

セグメントの接合はエポキシ系の2液混合タイプの接着剤を用いて行った。接着剤は常温タイプと高温タイプの2種類を用意し、架設時の外気温に応じて使い分けた。

セグメント架設時は全接合作業期間の半分以上が気温30度、またはそれを超える時期であった。このためエポキシ接着剤の取扱いに際しては、接着剤の可使時間、強度および強度発現時間等について試験を実施し、物性値の確認を行った。また、保管中に接着剤の品質が温度の影響を受けることを考慮して、箱桁内部に空調設備を有した保管室を設置し、保管時の温度管理を行った。

表-7にセグメント架設のサイクル工程表を示す。架設サイクルは標準セグメント2日、斜材セグメント3日であり、斜材の架設および張力調整を含めて斜材間を7日で架設した。その結果、第1セグメントの架設から最終セグメントの架設まで約3.5ヶ月ですべてのセグメントの架設を完了させた。

表-7 主桁架設サイクル

工種		日						
		1	2	3	4	5	6	7
標準セグメント	セグメント吊上げ	■						
	接合、鋼棒緊張		■		■			
	ノーズ移動			■				
斜材セグメント	セグメント吊上げ					■		
	接合、鋼棒緊張						■	
	隔壁横締め緊張							■
	斜材架設、緊張				■	■	■	■
	ノーズ移動							■



写真-7 主塔鉄骨の仮組み

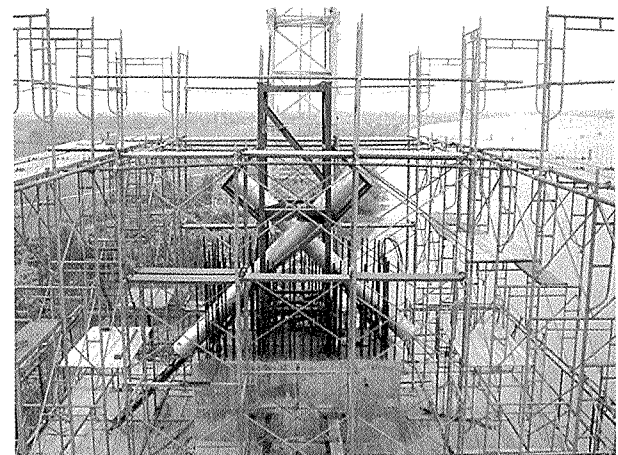


写真-8 主塔鉄骨、斜材定着体の据付け

5.3.4 側径間閉合、中央径間閉合

セグメント張出し架設完了後、エレクションノーズを撤去し側径間の閉合を行った。橋脚頂部に設置したブラケットを用いた支保工により行った。

中央径間の施工に際しては、吊り支保工、底・側型枠およびウェブ・下床版鉄筋をセグメントの架設に用いた台船上であらかじめ仮組みしておき、これらを桁上に配置したウインチにて一括で吊り上げた。場所打ち閉合部を施工した後に、内ケーブル(12 S 15.2 mm)および外ケーブル(19 S 15.2 mm)を配置、緊張した。

5.4 主塔の施工

主塔はブラケットを用いた総足場工法により施工した。主塔の施工区分割りは、斜材定着体の配置間隔から1ロット4mとした。斜材の定着体は各ロットに埋設されるが、これを確実に十分な精度で設置するために鉄骨を毎ロット用いた。鉄骨および斜材定着体は地上であらかじめ仮組みした後に施工位置までタワークレーンで吊り上げ、設置した。(写真-7, 8)主塔施工の1ロットの標準サイクルを表-8に示す。

主塔は2面配置のRC構造であり、主塔が傾斜していることから施工時には仮ストラットを2カ所設け、主塔の面外変形および応力

を抑えることとした。

5.5 斜材の施工

本橋の斜材は9段2面吊り配置であり、斜材は37~48本のPC鋼より線15.2mmから構成され、溶融亜鉛メッキされたPE+グリース被覆仕様のストランドを使用している。外套管に高密度ポリエチレン(HDPE)管を用いたロングラウトタイプの現場製作ケーブルを採用している。

斜材の施工は、斜材の架設速度を極力早めることを目的

表-8 主塔施工サイクル

工種		日						
		1	2	3	4	5	6	7
足場設置								■
鋼製フレーム設置		■						
鉄筋組立て		■	■	■				
斜材定着体設置、調整		■	■	■				
斜材定着切欠き型枠設置、解体			■	■	■	■		■
埋設物						■		
清掃、打設準備							■	
検査				■				
打設							■	
養生								■

として、エレクションノーズによるセグメント架設に先立ち、あらかじめ橋面上にストランドを所定の長さに切断しておき、斜材セグメントを架設し桁内PC鋼棒を緊張した後、ストランドを逐次挿入し、モノストランドジャッキにより緊張した。斜材の緊張は、緊張作業に伴う機械設備の設置、移設の容易さ、張出し架設サイクルおよび張力調整作業の時間短縮等を考慮して主塔側で行った。斜材の緊張は側径間および中央径間の上下流計4カ所を同時に行い、対岸での施工の際にはその都度ジャッキ、ポンプ等の緊張機器を台船で運搬した。

張力調整においては、再緊張の際にはモノストランドジャッキを用いて行い、張力解放の際にはマルチストランドジャッキを用いてシムプレートを撤去あるいはリングナットを解放することにより行った。

斜材の張力管理は、導入時および調整時は圧力計の示度による圧力管理を主、伸び管理を従とし、緊張後の張力履歴は、ロードセルを用いて行った。また、橋体完成後は強制振動法による張力確認もあわせて実施し、橋体完成時の設計値との妥当性を確認するとともに、将来の維持管理のための基礎データとした。

5.6 形状管理システム

架設時には、斜材の導入張力および張力履歴管理とあわせて、主桁および主塔の変位と主塔の傾斜、主桁と主塔に埋設した応力計による応力度、熱電対による温度等の計測を実施し、これらを橋面上に設置した計測室にて常時計測、管理を行い、設計に対する妥当性を確認して行った。なお、これら計測機器に関しては現地での調達が困難であったため、計測機器等のハードウェアおよびデータ処理に必要なソフトウェア等をあらかじめ日本で作成し、それらを現地へ輸入して行った。

6. 技術移転

本橋はベトナム初のプレキャストセグメント工法によるPC斜張橋であり、多くの新しい建設技術が日本からベトナムに導入されることとなる。このため現地技術者を指導、育成することを通してベトナムへ技術移転を行うことが強く求められた。そこで施工中はコンサルタントおよび施工者の日本人職員ならびに日本から招いた講師等により、橋

梁の設計、施工や維持・管理等、さまざまな分野について技術講習会や現場説明会等を実施した。(写真-9)

さらに施工JVにおいても技術移転の観点から、JVのベトナム人技術者に対してセグメント製作・架設設備等の仮設備の計画、設計等を日本人職員の指導の下で行い、製作・架設設備を現地で製作、調達した。製作・架設時にきわめて高い精度が要求されるプレキャストセグメントの品質を確保するために、現地技術者に対する技術指導を繰返し行い、彼らの技術力向上を図っていった。あわせて、直接工事に携わる労務者等に対しても説明、指導を細部にわたり日々行うことで、日本国内でも最大規模となる同種施工法によるプレキャストセグメントPC斜張橋を完成させることができた。

7. おわりに

本橋の建設時には、施主、コンサルタント等のベトナム人技術者はもとより、学生、大学関係者など多数の方が現場を訪れた。さらには、ルオン国家主席、ビン運輸通信大臣を始め多くの政府要人が現場視察、指導にこられ、ベトナムにおける本プロジェクトに対する関心の高さが窺えた。

本工事の完成により、国道10号線改良工事162km全線が開通となり、その記念式典が2003年9月28日、両国からの多数の来賓参列の中で盛大に行われた。この月、2003



写真-10 開通式典

年9月は日本・ベトナム国交樹立30周年の記念月間「日本月間」「ベトナム月間」と称され、ベトナム各地で両国友好に関する記念行事が催された。(写真-10)

最後に、本橋の完成を通して、日本・ベトナム両国の友好に寄与できたことは工事に携わった者として大きな喜びであった。また、本プロジェクトの建設に際しては、数多くの方々にご指導ご助言をいただいた。ここに改めて感謝の意を表したい。

本報告が今後、国内外における同種プロジェクトに対して何らかの参考になれば幸いである。

【2003年12月2日受付】



写真-9 技術講習会