

# パクセ橋の施工

土屋 紋一郎\*1・菊地 弘\*2

## 1. はじめに

メコン川は、チベット高原東部に源を発し、中国、ミャンマー、ラオス、タイ、カンボジア、ベトナムを経由して南シナ海に達する東南アジア随一の国際河川として知られている。

パクセ橋は、日本の無償援助工事としてラオス南部のパクセ市に建設された、メコン川で3番目の本格的橋梁である。橋長は1380m、最大スパン143m、構造形式は3径間連続エクストラード橋を含むPC14径間連続ラーメン箱桁橋であり、上部工の施工はプレキャストセグメントカンチレバー工法が採用された(写真-1)。

本稿では、パクセ橋の施工に関して報告する。

## 2. プロジェクト概要

ラオスは本州とほぼ同じ面積を有し、周辺をタイ、ベトナム、カンボジア、中国、ミャンマーに囲まれた内陸国である。南北に細長い国土の西部は、ほぼ全長にわたりメコン川が流れてタイと接し、主要都市は川沿いに点在している。

主要物資は主に海外からの輸入に頼っているが、物資の輸送はほぼ100%道路交通に依存し、ほとんどはタイ経由で輸入されている。これは、ベトナム等のタイ以外の国境は山岳地帯で十分なアクセスが整備されていないのと、メコン川下流のカンボジア国境にはコーン瀑布があり、南シナ海からの水上輸送ができないことによる。

パクセはラオス南部最大の町(人口6.8万人)で、メコン川東岸に存在する。タイからの主要ルートは国境の町チョンメックを経由するものであるが、国境からの国道10号線は重交通には耐えられないうえ、メコン川を渡るのにフェリーを利用する必要があった。フェリーは日中のみの運航で本数も少なく、物資の輸送に支障を来しているのが実情であった(図-1)。

パクセ橋建設の目的は、上記のタイからの交通を確保するとともに、パクセ東方のボロベン高原の農業、観光開発を促進し、隣国をも含めた有機的な道路網を整備することにある。タイ国境までの道路を含むパクセ周辺道路もアジア開発銀行から援助を受けて、中国、韓国、ベトナムなどのコントラクターによって改修工事が進められた。

## 3. 工事概要

本工事は、橋長1380mの橋梁と全長3030mの取付け道路部からなる。

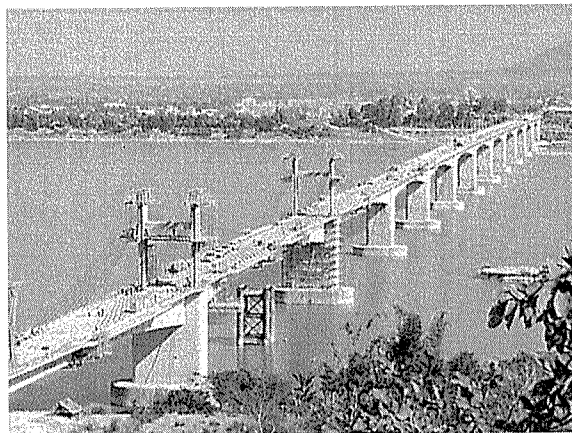


写真-1 パクセ橋

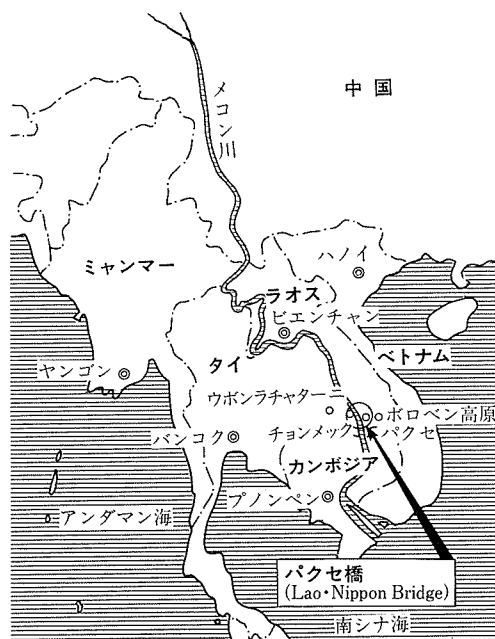


図-1 橋梁位置図

本橋の工事概要を表-1、橋梁一般図を図-2、工事工程表を表-2に示す。

## 4. 下部工の施工

架橋地点は、川幅約1200mで、図-3に示すように雨期と乾期の水位差が12mにも達する。下部工の施工は乾期のみ可能なため、全体工期から急速施工が必要となった。

下部工工事のためのアクセスとしては、水深の浅いP1からP8にかけて仮設栈橋を設置し、水深の深いP9からP12につ

\*1 Mon-ichiro TSUCHIYA: 清水建設・間組共同企業体 所長

\*2 Hiroshi KIKUCHI: 清水建設・間組共同企業体 工事長

表-1 工事概要

工事名	バクセ橋建設工事
工事場所	ラオス人民民主共和国チャンパサック県バクセ市
発注者	ラオス公共事業省道路局
設計・監理者	日本工営・建設企画コンサルタント共同企業体
施工者	清水建設・間組共同企業体
工期	1997年10月6日～2000年10月31日
橋名	バクセ橋
構造形式	PC14径間連続ラーメン箱桁橋 (3径間連続エクストラードロード橋を含む)
橋長	1 380 m = 70.0 m + 9 × 102.0 m + 123.0 m + 143.0 m + 91.5 m + 34.5 m
有効幅員	11 m = 1.5 m + 8.0 m + 1.5 m
取付け道路	バクセ側 680 m, ポントン側 2 350 m, 合計 3 030 m
場所打ち杭	直径 1.5 m, 杭長 11 m ~ 44 m, 合計 126 本
フーチングプレキャスト版	重量 3 t ~ 10 t, 合計 426 個
セグメント	重量 52 t ~ 111 t, 合計 384 個
カルバート	ボックスカルバート 10 基, パイプカルバート 8 基
本設コンクリート	合計 36 400 m <sup>3</sup>
本設鉄筋	合計 4 800 t
本設PC鋼材	合計 975 t
土工事	合計 190 000 m <sup>3</sup>

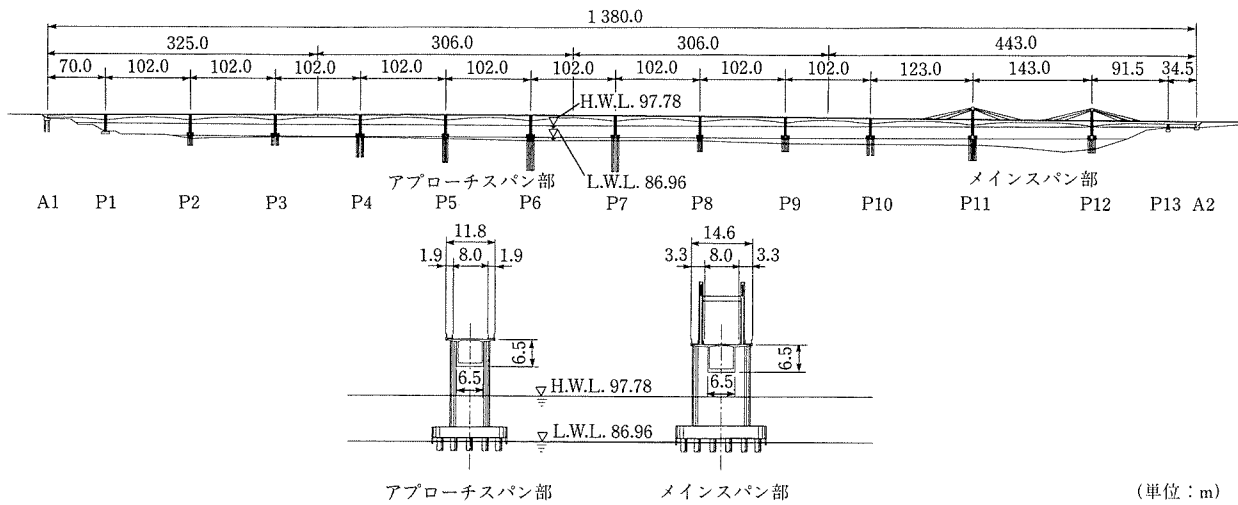


図-2 橋梁一般図

表-2 工事工程表

工種	1997年			1998年												1999年												2000年											
	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		
準備工	[Bar chart showing construction schedule]																																						
仮設栈橋設置・撤去	[Bar chart showing construction schedule]																																						
場所打ち杭	[Bar chart showing construction schedule]																																						
フーチングプレキャスト版製作	[Bar chart showing construction schedule]																																						
フーチング・橋脚	[Bar chart showing construction schedule]																																						
場所打ち橋脚柱頭部	[Bar chart showing construction schedule]																																						
セグメント製作	[Bar chart showing construction schedule]																																						
セグメント架設	[Bar chart showing construction schedule]																																						
橋面工	[Bar chart showing construction schedule]																																						
取付け道路	[Bar chart showing construction schedule]																																						
撤去工	[Bar chart showing construction schedule]																																						
季節	乾期			雨期									乾期			雨期						乾期			雨期														

いては台船を用いた。

基礎形式は直接基礎のP1, P13を除いて直径1.5mの突出杭形式の場所打ちRC杭基礎で、杭上部は鋼管で補強された合成構造となっている。杭の施工は各橋脚位置の施工条件

に応じて全周回転オールケーシング、アースドリル、リバース・サーキュレーションの3種類の工法を用いた。これらの工法を施工条件に応じて適切に選択することにより、全124本の杭を約3ヵ月で完了することができた。

パイルキャップの施工には、プレキャストコンクリート型枠を用いた。底面の型枠は、杭頭部に渡された梁から吊ったPC鋼棒と鋼管に取り付けられたブラケットにより支持する構造とした。側型枠は、永久構造物である防衝材と兼用した形式とした。これにより、煩雑な型枠作業を省略でき、施工の急速化を果たすことができた。

下部工の施工は、脚柱部も含め全橋脚13基を第一乾期の6ヵ月間に完了した。

## 5. 上部工の施工

### 5.1 上部工構造概要

上部工は、アプローチ部とメインスパン部分に分けることができる。

アプローチ部は3スパンに1カ所ずつスパンセンターにヒンジを有した、支間102mのPC連続ラーメン橋である。幅員は11.5m、セグメントの分割は図-4(a)に示すとおりである。プレキャストセグメントによる張出し部と場所打ちの柱頭部は、0.5mのウェットジョイントを介して連結される構造となっている。また、中央閉合部は場所打ちを基本としたが、ヒンジを有するスパンとメインスパン部はプレキャスト化して施工の合理化を図った。

PC鋼材は張出し用のPCケーブル12S12.7が桁内に配置され、中央閉合後、外ケーブル19S15.2が連続ケーブルとして配置される形式となっている。

メインスパン部は3径間連続エクストラドーズド橋で、幅員14.3m、セグメントの分割は図-4(b)に示すとおりであ

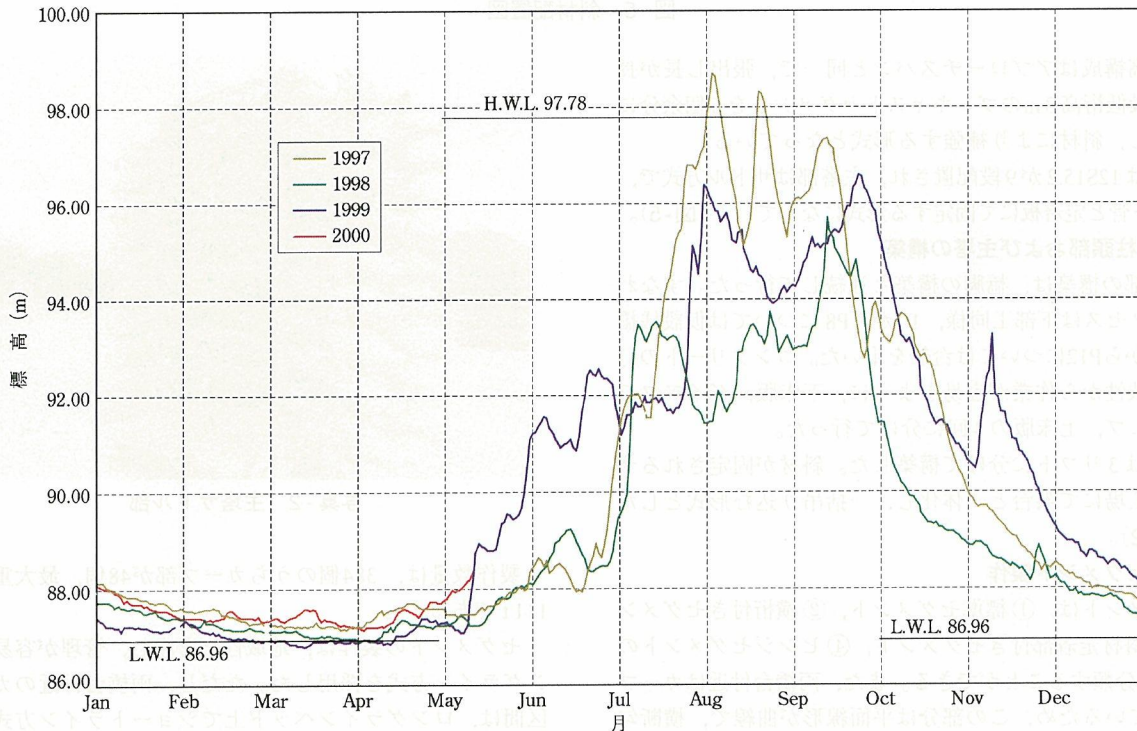


図-3 メコン川水位グラフ

(a) アプローチスパン

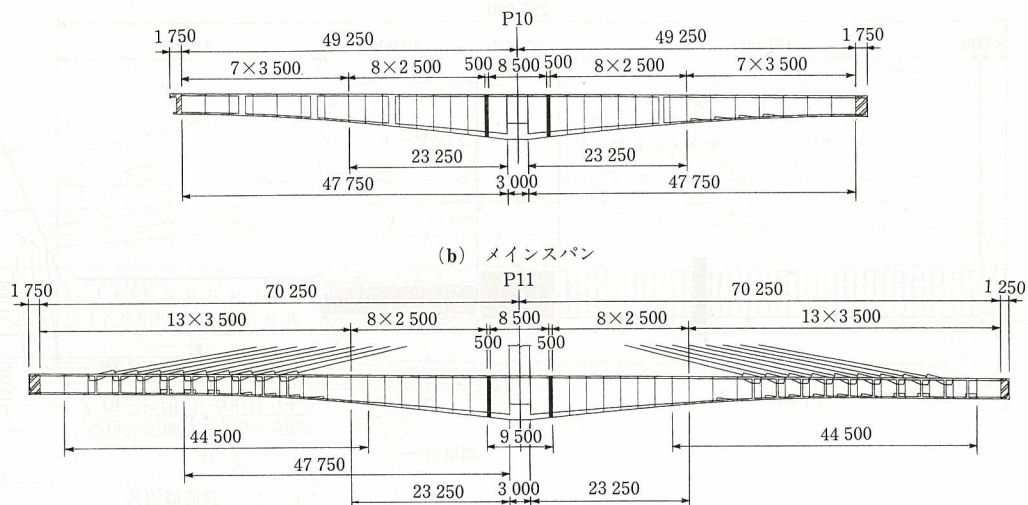


図-4 セグメント分割図

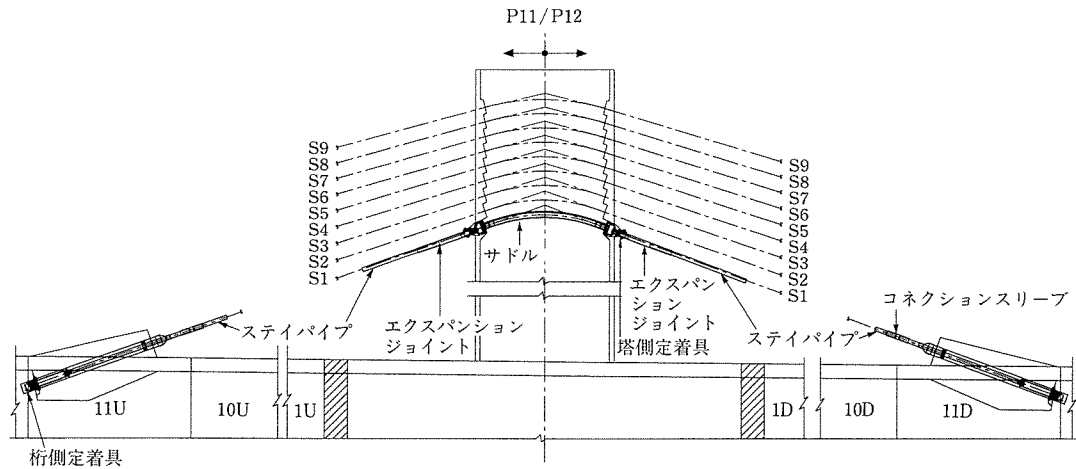


図-5 斜材配置図

る。桁高構成はアプローチスパンと同一で、張出し長が長い分、最低桁高3mのプレキャストセグメントを6個余分に張り出し、斜材により補強する形式となっている。

斜材は12S15.2が9段配置され、主塔部はサドル方式で、テーパ管と定着板にて固定する形式になっている(図-5)。

### 5.2 柱頭部および主塔の構築

柱頭部の構築は、橋脚の構築と連続して行った。すなわち、アクセスは下部工同様、P1からP8については仮設栈橋を、P9からP12については台船を用いた。コンクリートの打設は地域性から作業が容易なように、下床版、ダイアフラム、ウェブ、上床版の4回に分けて行った。

主塔は3リフトに分けて構築した。斜材が固定されるサドルは工場にて架台と一体化し、一括吊り込む形式とした(写真-2)。

### 5.3 セグメント製作

セグメントは、①標準セグメント、②横桁付きセグメント、③斜材定着部付きセグメント、④ヒンジセグメントの4種類に分類することができる。また、両橋台付近はカーブとなっているため、この部分は平面線形が曲線で、横断勾配が変化する。

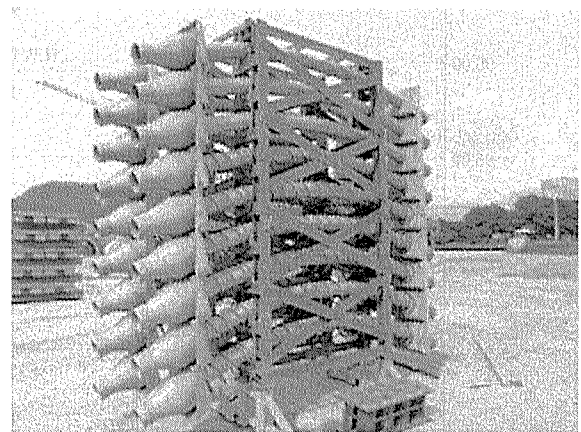


写真-2 主塔サドル部

製作数量は、384個のうちカーブ部が48個、最大重量は111tである。

セグメントの製作は、地域性を考慮し、管理が容易なロングライン方式を採用した。ただし、両橋台付近のカーブ区間は、ロングラインベッド上でショートライン方式と同様な操作でセグメントの製作を行った。

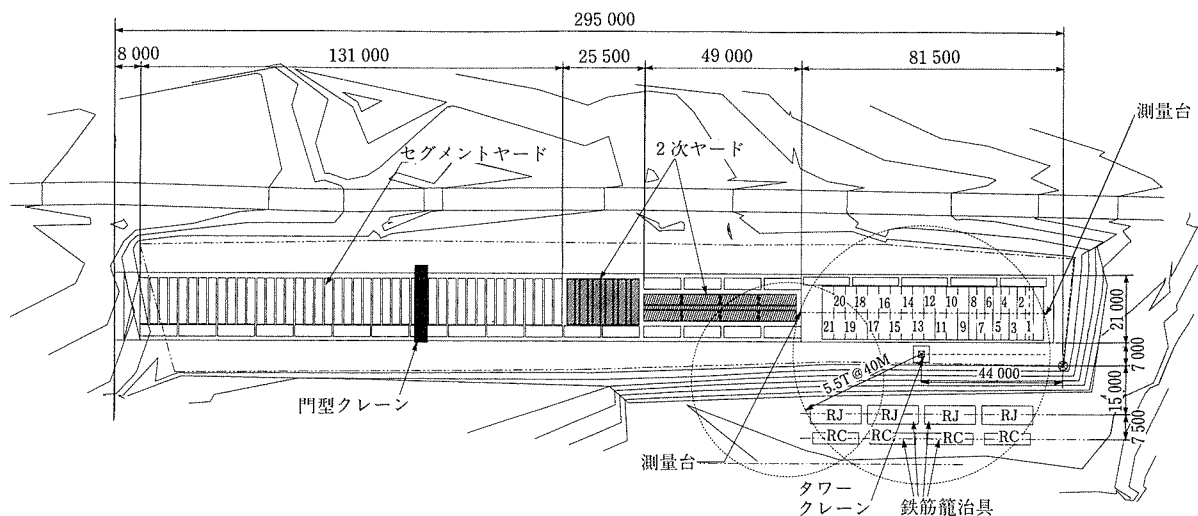


図-6 製作ヤード図

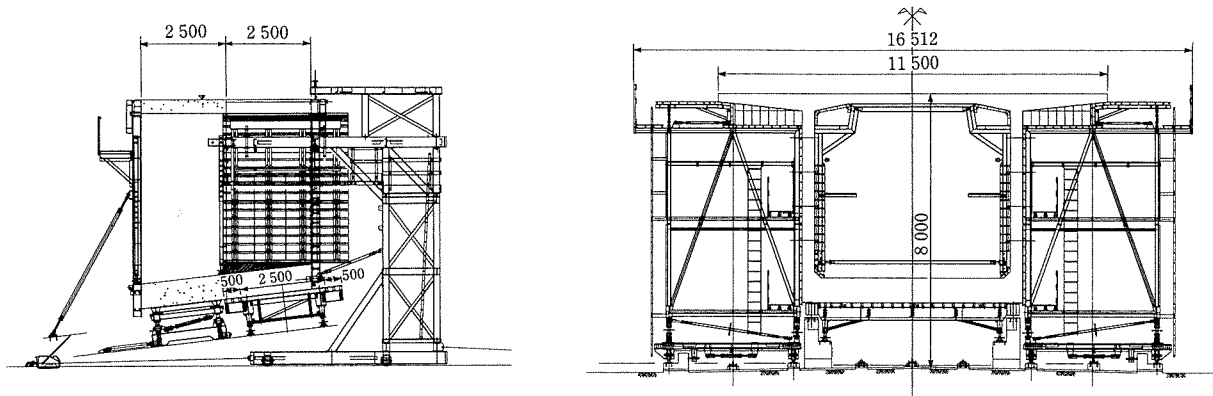


図-7 セグメント型枠図

表-3 セグメント製作標準サイクル

	Time (hours)																
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1. 測量(N-1セグメント)	A	A															
	B																
2. 上床版側型枠撤去(N-1セグメント)		A															
		B															
3. 横締め・鉛直締め部分緊張(N-1セグメント)		A															
		B															
4. 外型枠脱型(N-1セグメント)		A	A	A													
		B	B	B													
5. 内型枠脱型・移動(N-1セグメント)			A	A													
			B	B													
6. 外型枠セット(Nセグメント)				A	A												
				B	B												
7. 鉄筋籠設置(Nセグメント)					A	A											
					B	B											
8. 内型枠セット(Nセグメント)							B	B									
							A	A									
9. 型枠調整(Nセグメント)									B	B							
									A	A							
10. 清掃(Nセグメント)										B	B						
										A	A						
11. コンクリート打設(Nセグメント)											A	A	A	A			
											B	B	B	B			
12. 養生(Nセグメント)												A	A	A	A	A	A
													B	B	B	B	B

A : Mould A  
B : Mould B

図-6に製作ヤード図を示す。ロングラインベッドはメインスパンに合わせ69mとし、斜材付きセグメントに対応可能な型枠装置(図-7)2基を配した。ショートライン方式製作時のOLDセグメントの線形調整には、鉛直方向4台と水平方向4台の油圧ジャッキを配した移動式台車を用いた。

標準セグメントの製作サイクルを表-3に示す。1型枠に対して標準セグメントは1日、斜材付きセグメントは2日で製作した(写真-3)。

横桁の施工は後打ちとし、製作ベッドから移動後、2次ヤードにて行った。横桁とウェブおよび上床版の結合部の鉄筋は、機械継手を用いた。コンクリートの打設は上床版に設けた開口部より行った。また、ヒンジセグメントの製作も2次ヤードにて行った。このセグメントは2個の部分からなるため、仮設のPC鋼棒にて両者を締め付けることによって一体化し、運搬、架設した。本設のヒンジ脊は、架設時のセグメントトレーラー荷重や架設トラス移動時の荷重に耐えられないため、H-300×600を4本配置して仮脊として設け、本脊は全橋梁架設後取り付け付けた。

5.4 アプローチスパン部の架設

セグメントの架設は、移動式架設トラスを用いた片押し

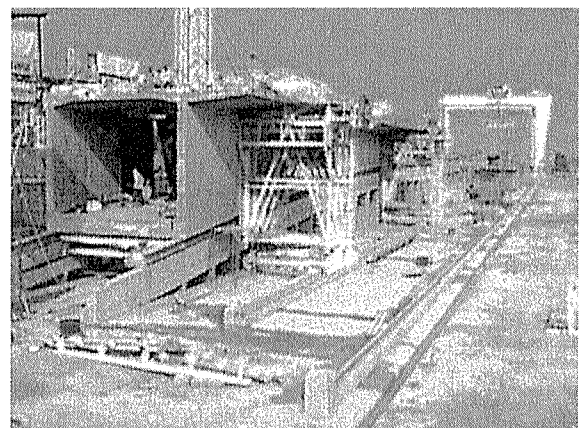


写真-3 セグメント製作

施工を採用した。架設サイクルを表-4に、架設トラスの一般図を図-8に示す。

中央支点のタワーからの斜材を用いて補剛された架設トラスは、全長142m、トラス高5.5mの2点支持方式で、トラス下にセグメントを吊って移動する形式とした。後方支柱にアップリフトがかからないように、先行セグメントは後行セグメン

表-4 アプローチ

	Time							
	6	7	8	9	10	11	12	
先行セグメント								
1. セグメントのトレーラー積込み				■				
2. セグメント運搬				■	■			
3. 架設トラストロリーへのセグメント取付け						■		
4. セグメント移動(後方架台→中央架台)						■		
5. セグメント移動(→架設ポイント), 位置調整								
6. 仮締めPC鋼棒設置								
7. エポキシ塗布, 仮締めPC鋼棒緊張				■				
8. トロリーの後方架台位置への移動					■			
後行セグメント								
1. セグメントのトレーラー積込み						■		
2. セグメント運搬						■	■	
3. 架設トラストロリーへのセグメント取付け								
4. セグメント移動(→架設ポイント), 位置調整								
5. 仮締めPC鋼棒設置								
6. エポキシ塗布, 仮締めPC鋼棒緊張				■				
7. トロリーの後方架台位置への移動					■			
両セグメント								
1. 内ケーブル挿入						■	■	
2. 内ケーブル緊張							■	■
3. 線形測量		■	■					
4. 測量結果のチェック			■	■				

凡例 ■ : N ■ : N+1

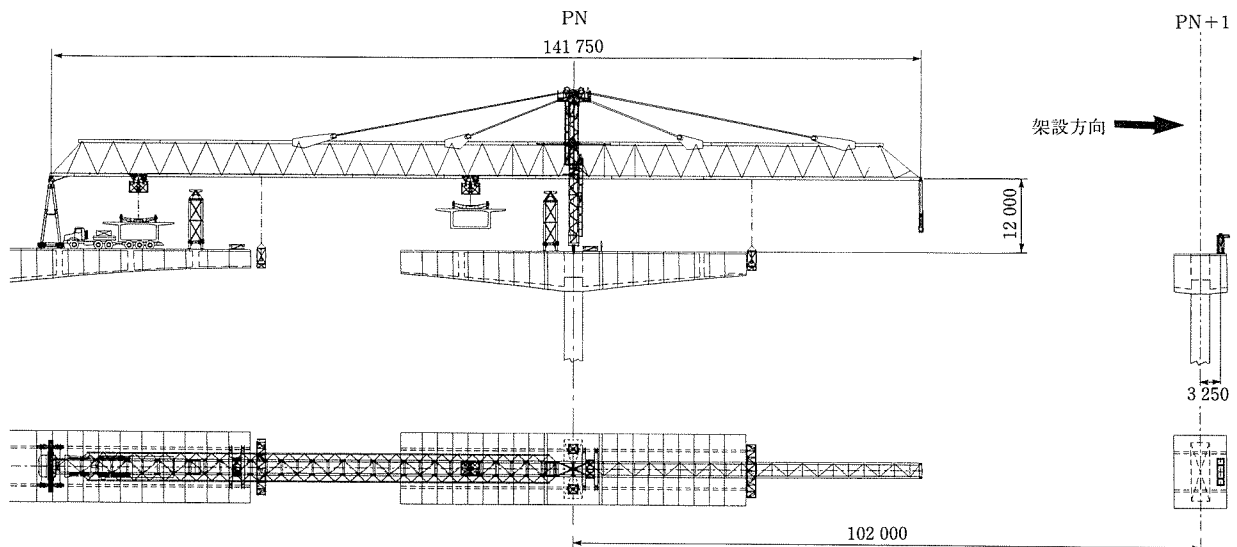


図-8 移動式架設トラス (アプローチスパン)

トが吊られるまで中央支点位置で待機するよう管理した。

セグメントの架設は1日最高4ベア, 1スパンについては基準セグメントの架設, 中央閉合部の打設緊張を含め最速13日であった(写真-4, 5)。

### 5.5 メインスパン部の架設

メインスパンのセグメント架設に対しては, 移動式架設トラスと仮支柱を併用した方式とした。架設トラスの一般図を図-9に示す。P10張出し完了後, 移動式架設トラスを橋面上で15m延伸し, 先端, 後端, 中央の3点で支持する方式に変更した。

P11架設時には, メインスパン中央に仮支柱を設け, トラスの先端を支持した。また, P11からP12へのトラス移動時には, P11張出し部の先端を仮支柱から支持し, 張出し部に作用する荷重を軽減した。

セグメントの架設は, 下記に示すように斜材の架設を合理化したため, 斜材定着部付きセグメントについても1日最高2ベア架設することができた(写真-6)。

### 5.6 斜材の架設

斜材はアプローチスパンにおいてHDPE保護管, テンドンそれぞれをプレファブ化し, 橋面に配したケーブルウェイ

### スパン部の架設サイクル

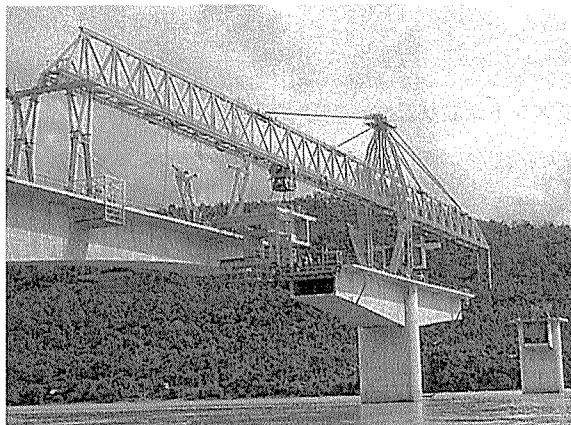
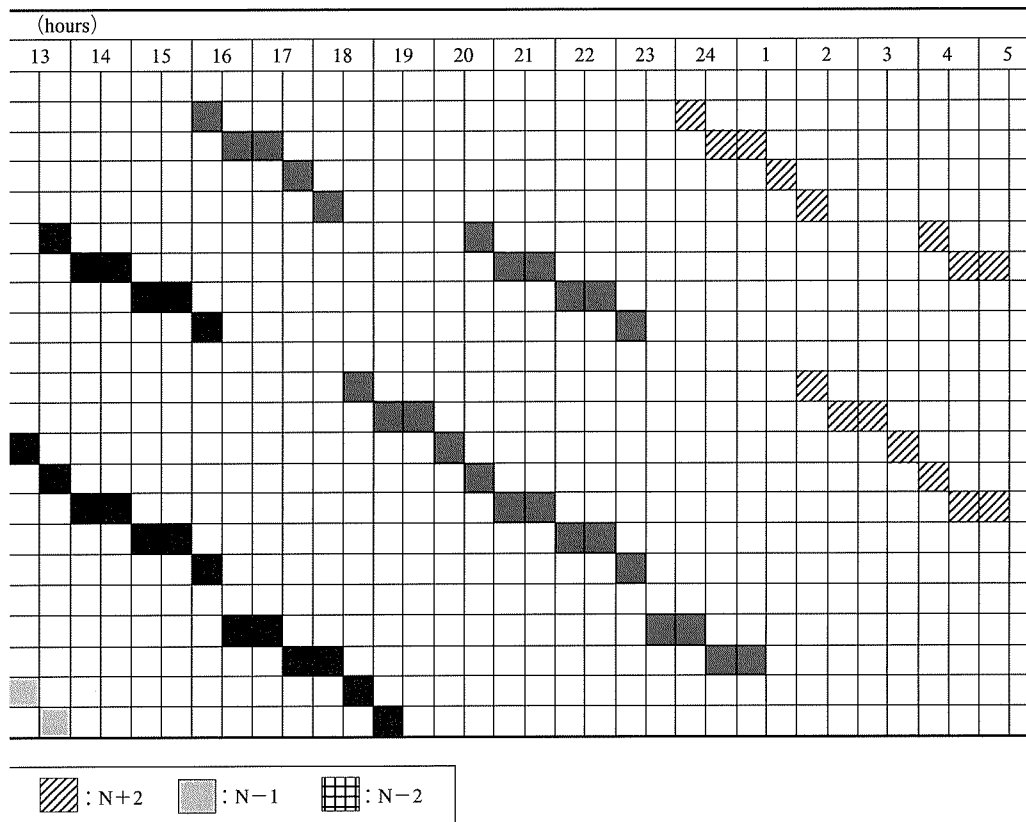


写真-4 アプローチスパンのセグメント架設状況



写真-5 セグメント運搬

(写真-7)にて架設地点に搬送した。 tendon の先端は溶接にて接合し、エポキシ樹脂にて整形し、サドル部通過時のスタックを防止した。

架設はまず保護管をエアホイストにて取り付け、その後プレファブ tendon をウインチを用いて保護管内に引き込み、さらに主桁内はシングルストランドジャッキを用いて引き込んだ。主塔、主桁にそれぞれ引込み用の治具を配し、施工の容易化を図った(写真-8)。

斜材の緊張は2個先のセグメントが架設された後に行った。

#### 5.7 線形管理

線形管理は、ロングライン方式についてもショートライン方式と同様な管理を行った。すなわち、コンクリート打設後、新旧セグメントの橋面レベルの関係を測定し、これ

を重ね合わせることによって製作線形を求め、架設時の管理に用いた。ショートライン方式との違いは、製作時に OLD セグメントの方向調整を行うか行わないかである。プログラムは、計測誤差やセグメントの変形に起因する橋面のゆがみ(ワーブ)を考慮できるものとした。

架設時には、架設精度をそのつど測量推定し、修正が必要な場合はプラスチックシムを用いて方向修正を行った。

#### 6. おわりに

1990年10月にプロジェクトがスタートして以来、順調に工程を消化することができ、本年7月末に工期より3ヵ月早く完工することができた。8月2日には開通式が行われ、すでにラオスの発展に貢献すべく供用されている。

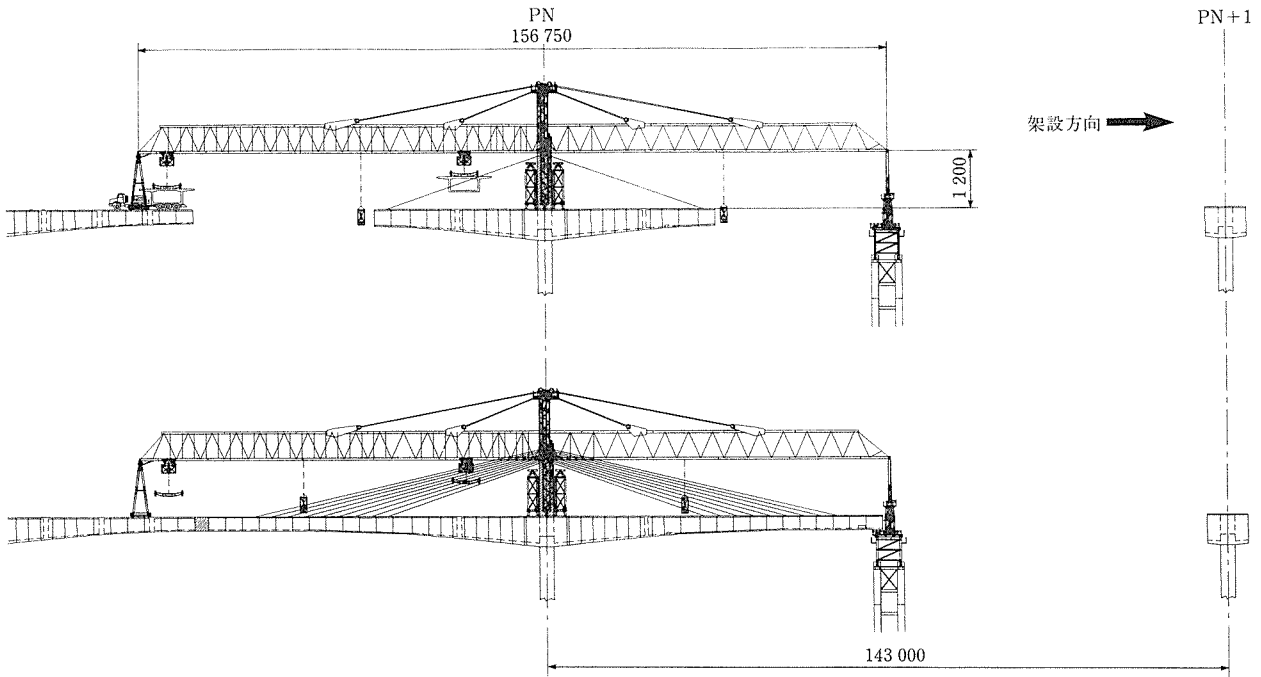


図-9 移動式架設トラス (メインスパン)

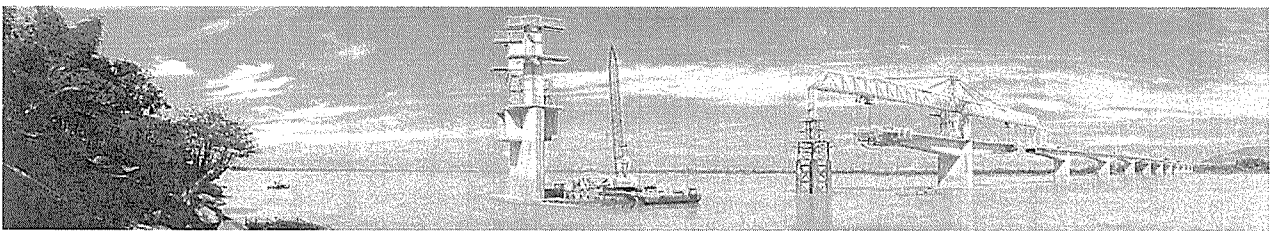


写真-6 メインスパンのセグメント架設状況

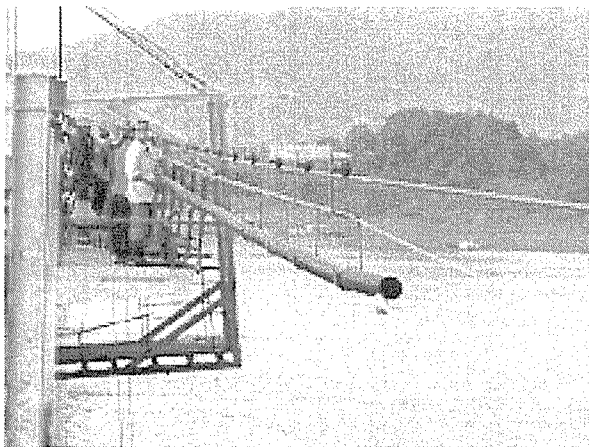


写真-7 ケーブルウェイ

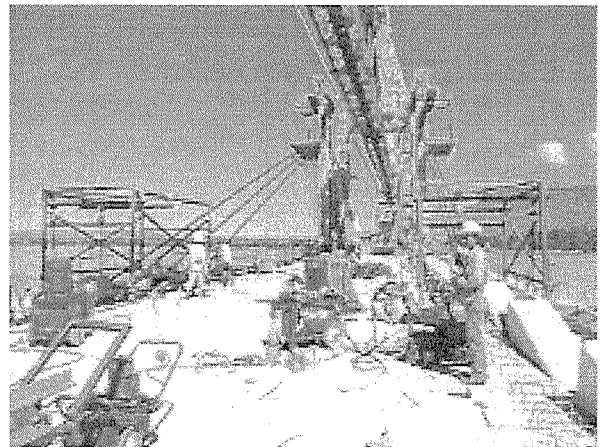


写真-8 斜材の架設状況

本プロジェクトには、東南アジア諸国はもちろん欧米も含め10カ国以上の人たちが参加し、建設作業所は国際色豊かであった。本プロジェクトを通じて感じたのは、国は変わろうとも重要なのは人と人の付き合いだということである。プロジェクトが順調に完了したのは、参加した各人が真摯に自分の役割を果たしたことに加え、肌の色や宗教の違いがあってもお互いを尊重し、うまく調和できたことによると思う。そうできた理由の一つとして、ラオスという国のお国柄が貢献していると感じる。おっとりとしていて、人に対して優しく、

親切であるラオス人のメンタリティは、われわれにとっ  
たいへん居心地のよい環境であった。このことは、他の外国  
人にとっても同じであったことに間違いはない。今後、経  
済化の波が押し寄せ、人々の暮らしが豊かになろうとも、そ  
のメンタリティが変わらないことを願いたい。

最後に、本プロジェクトに参加したすべての人たちに感  
謝するとともに、本橋の完成がラオスの今後の発展に貢献  
することを期待する次第である。

【2000年8月2日受付】