

第2フレンドシップ橋の計画と施工

タイとラオス国境のメコン河に架かる全長2,050 mの国際橋

越 智 俊 文・浅 井 学・金 重 順 一

第2フレンドシップ橋はラオスとタイの国境を流れる大河メコンに架かる国際橋で、全長2,050 mのPC斜版箱桁橋である。本稿では、第2メコン国際橋プロジェクトの概要、メコン河の河川水位差13 mに対する下部工の施工、エレクションノーズ4基とワーゲン10基による上部工の変更施工計画及び工事結果について報告する。

キーワード：国際橋、斜版橋、プレキャストセグメント、エレクションノーズ、ワーゲン

1. はじめに

メコン河はチベットにその源を発し、中国雲南省、ミャンマー、タイ、ラオス、カンボジアを経由しベトナムで南シナ海に注ぐ、東南アジア屈指の大河である。本橋はインドシナ“東西経済回廊”整備の要として、ラオスとタイの国境を画するこのメコン河を跨いで施工され、2006年12月20日、現地で盛大な開通式が行われた。本橋は、全長2,050 m、往復2車線の長大橋で、橋長1,600 m（19径間）の主橋と、タイ側250 m、ラオス側200 mのアプローチ橋からなる。橋梁構造は、標準径間長80 m、等桁高のPC箱桁断面で設計され、メコン河の航路確保のために斜版を用いた110 mの航路スパン（4スパン）を設けた、優れた景観美を実現させている。

本工事の特徴として、ラオス・タイの2国間の国境

に跨る橋であり、工事期間中は、建設をスムーズに行う目的で「フリーコンストラクションゾーン」と呼ばれる特別区を設け、国境を越えて材料や労務者、建設機械が関税や出入国管理なしで行き来できる措置がとられた。また、メコン河は雨期と乾期の河川水位差が13 mに及ぶため、河川内基礎工事を乾期の低水位時に完了すべく綿密な施工計画を立て厳しい工程を乗り切った。上部工では、当初計画でのガーダーを用いた施工中の事故により工程に大幅な遅れが懸念されたため、変更施工計画を策定し、契約工期（2006年12月3日）を厳守することを大前提として検討した結果、エレクションノーズ4基、ワーゲン10基による張出し架設工法を選定した。

本稿は、第2フレンドシップ橋について、プロジェクトの概要、下部工の施工、上部工の変更施工計画及び工事結果について報告する。図-1に橋梁一般図を示す。

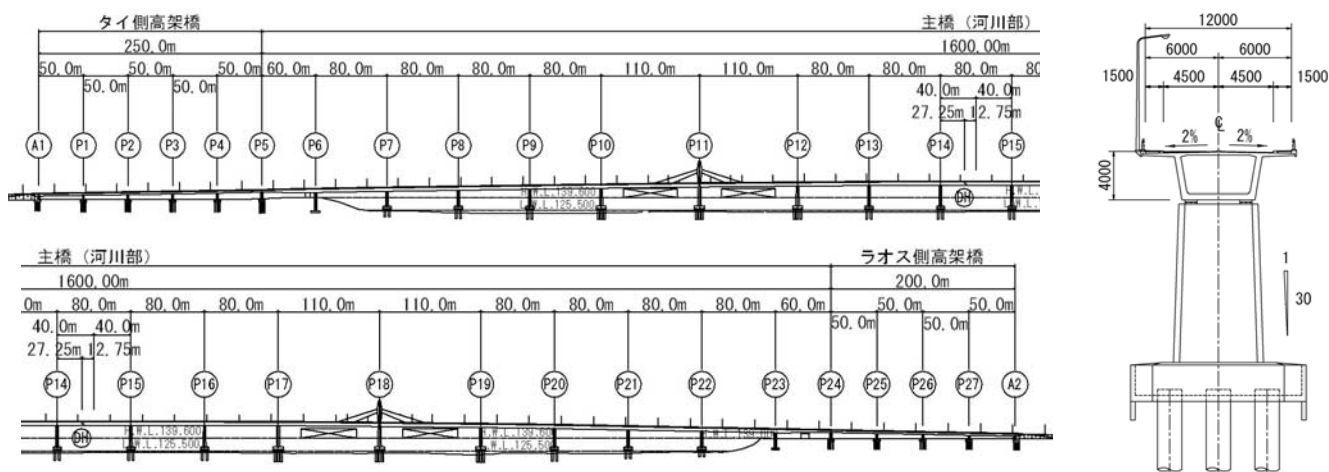


図-1 橋梁一般図

2. プロジェクトの概要

(1) 事業目的

本国際橋を建設することにより、ベトナムからラオス、タイ、ミャンマーにいたる東西回廊の接続を図り、もってタイ・ラオス二国間の貿易拡大のみならず東西回廊沿線地域の経済発展の促進に寄与する。

(2) 橋梁規模

河川内の主橋梁部の端部橋脚位置は、護岸の浸食(20 m/100年)と地域道路の確保に留意し、現護岸から70 mの位置とし、橋長を1,600 mとした。兩岸の取付け部は高盛土による地域分断を避けるためタイ側、ラオス側それぞれ橋長が250 m、200 mの高架橋とした。橋梁形式は、ラオスとタイ側に主航路を2カ所確保する必要があるため、長支間となる航路位置を斜版構造とするエクストラロードPC箱桁橋が総合的に優位と判定したが、現地政府関係者の斜材の維持管理低減に留意し、架橋地点は地震がないことと、モニュメント性を高めるために、斜材ケーブルをコンクリートで被覆したPC斜版橋とすることにした。

(3) 基礎・下部構造

メコン河の水位は雨期と乾期で大きく変動するため、締切工が不要で短い乾期にパイルキャップの施工が可能な、口径2.0 mの場所打ちRC杭からなる多柱式基礎を採用した。

パイルキャップは、工期短縮を図るため、群杭上部へプレキャスト型枠を設置後、内部への配筋・コンクリート打設を行う構造とした。

橋脚はRC壁式構造とし、断面端部の形状は流水の乱れの低減と景観面への配慮から決定した。

(4) 上部構造の施工(当初計画)

上部構造は、ショートライン方式によりプレキャストセグメントを製造し、エレクションガーダーによる張出し架設工法での架設計画とした。架設の方向は、資機材の搬入が容易なタイ側からラオス側へ進める計画とした。

3. 下部工の施工

(1) 下部工概要

主橋下部工は、兩岸に2基の直接基礎形式、河川内に16基の杭基礎形式、計18基で構成されている。

メコン河の水位は、1月から5月中旬までの渇水期

に比べ、5月中旬から12月までの出水期では13 mほども上昇し、パイルキャップはもちろん橋脚もその高さの1/3以上が水面下となってしまう。このため、本工事の工程上の最大の制約は、下部工事を2渇水期の9ヶ月ですべて完成させなければならないことであった。

施工時期、施工機械編成、資機材の転用、コストを勘案し、河川内下部工の仮設計画は、以下の3ケースを採用した。

①河川内に築島して施工(浅水部):7基(写真—1)



写真—1 築島による杭施工状況

②仮設栈橋を設けて施工(中水部):4基(写真—2)



写真—2 仮設栈橋による杭施工状況

③バージを使用した水上施工(深水部):5基(写真—3)



写真-3 バージを使用した杭施工状況

(2) 杭の施工

杭は、径 2.0 m の場所打ち杭であり、総本数は 120 本、平均杭長は 13 m である。

前述の工程制約から、杭工事は最初の 1 渇水期（実質 4.5 ヶ月）で完了しなければならなかった。

オールパワーケーシングジャッキ工法、リバース工法、アースドリル工法について、施工速度、岩盤掘削の確実性、機械設備編成のコンパクトさなどの面から比較検討し、オールパワーケーシングジャッキ工法を採用した。2004 年 1 月中旬から昼夜で施工を開始し、5 月末に予定どおり完了することができた。

(3) パイルキャップ、橋脚の施工

パイルキャップは杭の施工が終わった箇所から順次、施工を開始したが、第 1 渇水期は 3.5 ヶ月しか残されていなかったためパイルキャップ 6 基（うち 3 基は橋脚まで）の完成を目標とし、残り 10 基は第 2 渇

水期の施工とした。

4. 変更施工計画

当初計画でのガーダーを用いた施工中の事故の影響により工程に大幅な遅れが懸念されたため、変更施工計画を策定した。契約工期（2006 年 12 月 3 日）を厳守することを大前提として架設工法について検討した結果、エレクションノーズ 4 基、ワーゲン 10 基による張出し架設工法を選定した。図-2 に変更施工計画の全体工程表を示す。

5. 変更施工計画に対する検討

(1) 変更に伴う補強

エレクションガーダーを使用した工法からエレクションノーズ及びワーゲンを使用する工法に変更した結果、張出し架設中の主桁上縁応力度が許容引張応力度を超える箇所が発生した。そこで、場所打ち部には PC ケーブル（12S15.2）を 4～6 本追加した。さらに、斜版部 P11、P18 では仮支柱を使用しない代わりに、斜版ケーブルを架設時の斜材として利用した。当初計画と変更計画の架設要領図を図-3 に示す。

(2) 張出し施工時の仮固定

張出し架設時に発生するアンバランスモーメントに抵抗するため、支承で支持される橋脚頭部で主桁を仮固定する必要がある。仮支承設置スペースとアンバランスモーメントに対する仮固定鋼棒のアーム長の確保

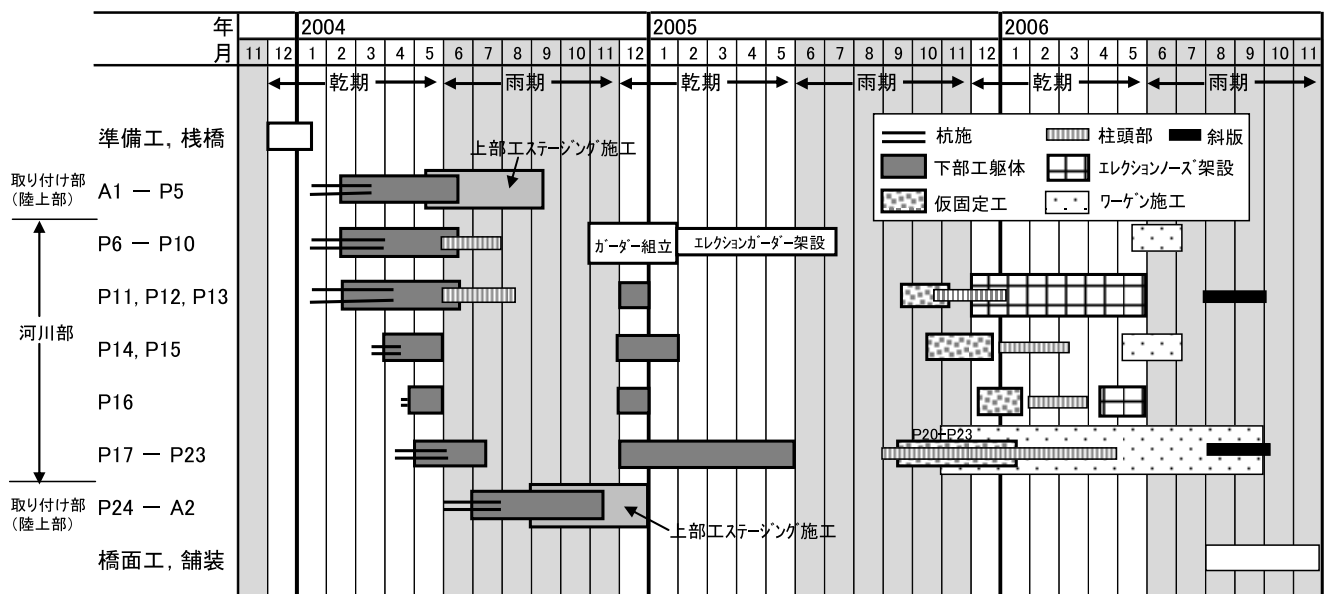
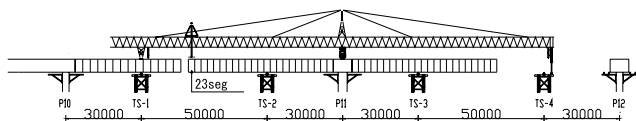


図-2 変更施工計画の全体工程表

当初計画：仮支柱を使用



変更計画：斜材を使用

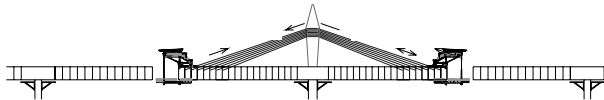


図-3 当初計画と変更計画の架設要領図

のために橋脚天端を一部はつりとり，橋脚側面へコンクリート突起を設ける構造とした。

6. エレクションノーズによる架設

(1) 架設概要

製作済みのセグメントの架設は，エレクションノーズを用いた張出し架設工法にて行った（写真-4）。エレクションノーズは総重量約 650 kN，吊り能力 1500 kN であり，架設済みセグメントよりアンカーを取る構造となっている。以下，当初計画のガーダー架設からノーズ架設への変更に伴う対応策について記す。



写真-4 セグメント架設状況

(2) ノーズアンカー

架設方法の変更により，ノーズ固定用のアンカーが必要となったが，ガーダー架設用に施工していたためアンカーが埋設されていない。そこで，柱頭部のウェブ，横桁部にコアを削孔し，その中に PC 鋼棒 $\Phi 32$ を埋設した後，無収縮モルタルを打設し，その付着力で引き抜き力に抵抗させる構造とした。

標準セグメントでは，上床版にあるセグメント吊り穴を利用し，アンカーを定着させる構造とした。また，大梁をノーズに追加しアーム長を伸ばすことにより，既設床版にかかる応力を低減させた。図-4 に標準セグメントのノーズアンカーを示す。

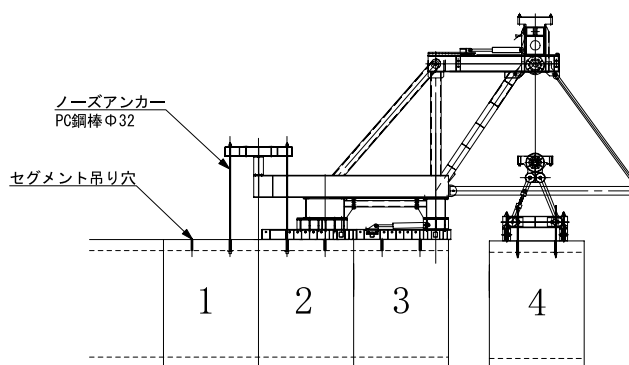


図-4 標準セグメントノーズアンカー

(3) セグメント上げ越し管理

今回，ガーダー架設からノーズ架設に変更となり，上げ越し量も変更となった。すでにガーダー架設用の上げ越し量で製作されていたセグメントの，上げ越し量の差は最大 25 mm 程度であった。その差は基準セグメントの据え付け角度を調整することで，対応した。

(4) セグメントの運搬

セグメントの運搬は，大型低床トレーラにセグメントを積載したまま運搬台船に乗り込み，架設位置まで水上輸送した。

セグメント運搬台船は，基準セグメントと標準セグメント用の 2 台を使用した。標準セグメント運搬台船は，2 基のエンジンを有する自走式台船を使用し，確実に停船できるように H 鋼製のスパッドを 2 箇所設置

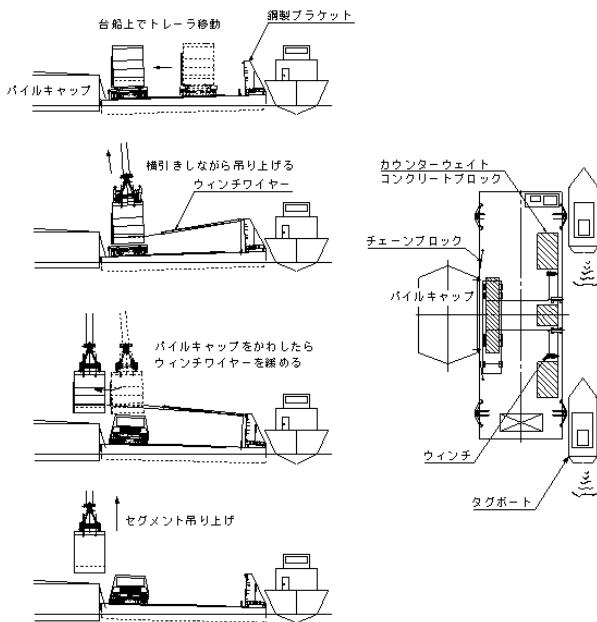


写真-5 セグメント運搬状況

した。スパッドはH350を使用し、落とし込みにはウインチを使用して施工の簡略化を図った（写真—5）。

(5) 基準セグメントの斜め吊り

基準セグメント架設時、セグメント運搬台船が橋脚のパイルキャップに干渉するため、セグメントを鉛直に吊り上げることができない。そのため、運搬台船にウインチをセットし、セグメントを斜めに引っ張りながら吊り上げ、パイルキャップをかかわした後徐々にウインチを緩め、正規の位置（鉛直）に戻し、吊り上げ架設した（図—5、写真—6）。



図—5 斜め吊り施工要領図



写真—6 基準セグメントの斜め吊り

7. ワーゲン施工

(1) ワーゲン施工の概要

片持架設用移動作業車（ワーゲン）の能力は2200 kN・Mで、合計10基使用した。等桁高の利点

を生かし、下スラブ型枠受け部と下部作業台部を一体化し、軽量化を図った（写真—7）。



写真—7 ワーゲン施工状況

(2) 工期短縮

国内では、ワーゲン作業台の組立は電動チェンブロックでの一括架設が一般的であるが、現地では代案として、バージに2台のクレーンを配置し、バージ内で組み立てた作業台及び外型枠を一括架設した。同様に、桁補修用移動足場の橋脚間移動も、大組みした足場をウインチで吊り降ろし、バージで次スパンへ移動後一括架設した。

(3) 斜材部の施工

P17-P18-P19は、スパン長110m、斜版を有する構造となっている。斜版ケーブルを張出し施工時に仮斜材として使用するため、主塔構築は4ブロック打設後に開始し、斜版ケーブル緊張前に完了する工程とした。斜版部は1ブロック毎に斜版ケーブルを緊張しながら施工した（写真—8）。斜版部の施工サイクルは、標



写真—8 斜版部施工状況

準部に比べて構造が複雑であることや斜版ケーブル緊張の工種が増えたため、標準ブロックより4日長くなった。

8. おわりに

2006年12月20日、第2メコン国際橋が完成し、橋面上で盛大な開通式が執り行われた。Friendship Bridge2と呼ばれるこの橋の開通式典には、日本、タイ、ラオス、ベトナムなど関係諸国の政府首脳が多数列席し、また当日は、開通の記念切手がタイとラオスにて発売された。第2フレンドシップ橋の開通に伴い、ミャンマー、タイ、ラオス、ベトナムが陸路で結ばれることになり、インドシナ地域における貿易、流通、地域経済への大きな貢献が期待される（写真—9）。

顧みて、変更施工計画を策定するにあたり、タイ、ラオスの両国当局、有識者、JBICなどで構成される委員会では入念な検討及び討議がなされた。この委員会をはじめとする全ての関係者の願いが結集された結果、一大目標であった工期の遵守が達成された。関係者ご一同に、心より謝意を表します。



写真—9 2006年12月完成

2005年7月22日、主橋を架設するガーダーの崩落により、工事関係者の痛ましい死傷事故が発生しました。ここに、改めてご冥福をお祈りいたします。

JCMA

《参考文献》

- 1) 武田安敏・渡辺英夫・坂井逸朗・花木茂夫・澤田修・清水宏一郎：Friendship Bridge II の設計と施工，橋梁と基礎（2007.6）
- 2) 坂井逸朗：タイ～ラオス第二メコン国際橋の建設，OCAJI（2007.8&9）
- 3) 薩川信行：インドシナ東西回廊 国境に架ける橋，土木学会誌（2005.6）

〔筆者紹介〕

越智 俊文（おち としふみ）
三井住友建設㈱
土木管理本部
機電部
部長



浅井 学（あさい まなぶ）
三井住友建設㈱
中部支店
土木部



金重 順一（かなしげ じゅんいち）
三井住友建設㈱
土木管理本部
土木設計部

