

7. カントー橋工事報告 —大規模複合斜張橋の製作、架設について—

企画委員会 国際小委員会
室井 進次 松本 英樹 岡本 有造

1. はじめに

カントー橋は、近年発展の著しいベトナム南部のメコン河最大の支流ハウ川を渡河する全長 2.75 km におよぶアプローチ橋と複合斜張橋である（図-1）。

本工事の事業費は、主に国際協力銀行 JBIC（現在は JICA に統合）からベトナム政府への特別円借款で賄われている日本政府 ODA 案件である。ベトナム国内を南北に走る国道 1 号線は、ハウ河を渡河するカントー橋が完成すれば、全て道路で結ばれることから、カントー橋の建設はベトナム国民念願の工事である。大成・鹿島・新日鐵共同企業体（以下、JV）が本工事の上下部一式を受注し、平成 22 年 3 月に完成した。

本報告書では、斜張橋部の鋼桁、ケーブル工事について工事概要、プロジェクト運営、実際の工事について報告する。



図-1 位置図

斜張橋部側面図 (L=1,010m)

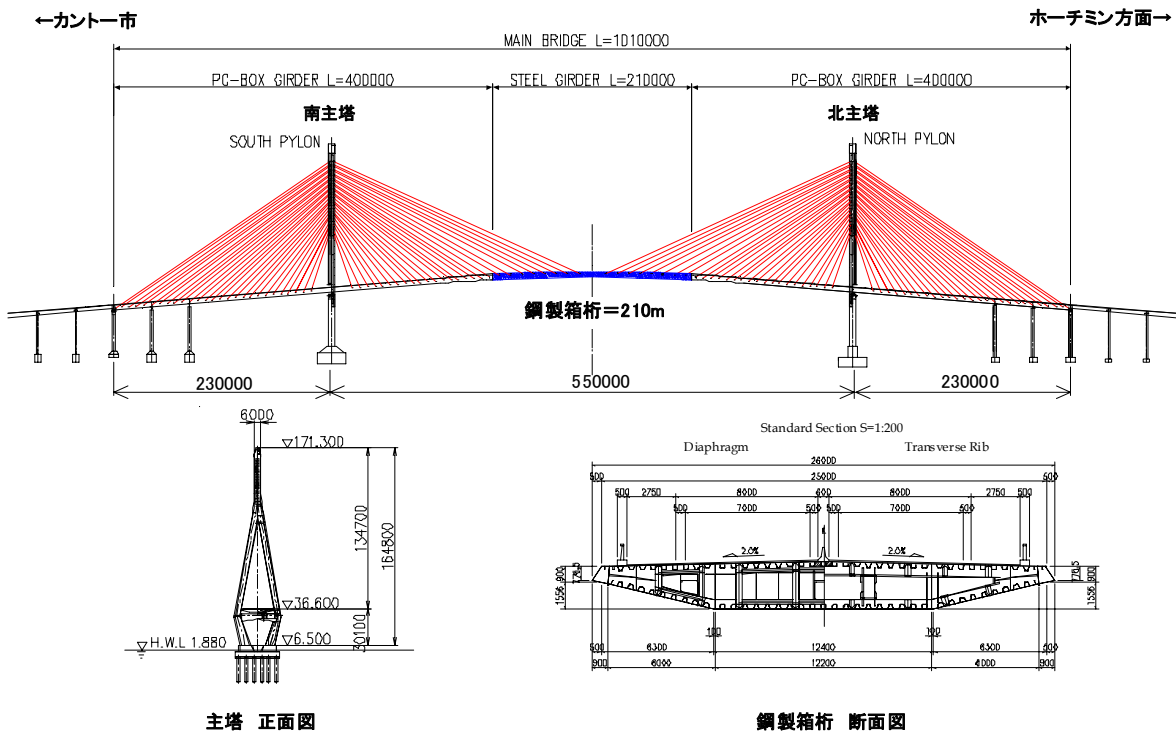


図-2 一般図

2. 工事概要

斜張橋部の内の鋼桁工事の概要と橋梁諸元を以下に、
図-2 に斜張橋の一般図を示す。

- ・工事名 Can Tho Bridge Project (Package-2)
- ・工事箇所 ベトナム社会主義共和国カントー市

- ・発注者 ベトナム社会主義共和国運輸省ミトワンPMU (Project Management Unit)
- ・エンジニア 日本工営・長大・TEDI (ベトナム) JV
- ・請負者 大成・鹿島・新日鐵 JV
- ・工期 自 2004年 10月 18日
至 2010年 3月 30日
- ・構造形式 7径間連続鋼コンクリート複合斜張橋
- ・橋長 1,010m
- ・支間長 2@40+150+550+150+2@40m
- ・数量 鋼桁：2,804t、ケーブル：1,616t
- ・使用鋼材 SM490Y、SM400A (JIS)
- ・塗装系 ふっ素樹脂塗装 (C3系、D4系)
- ・架設工法 直下吊り張出し架設工法

3. プロジェクト運営

本工事の現場施工管理は、日本工営・長大・TEDI (ベトナム) JV が実施した。発注者を含めた本工事の監理組織を図-3に示す。

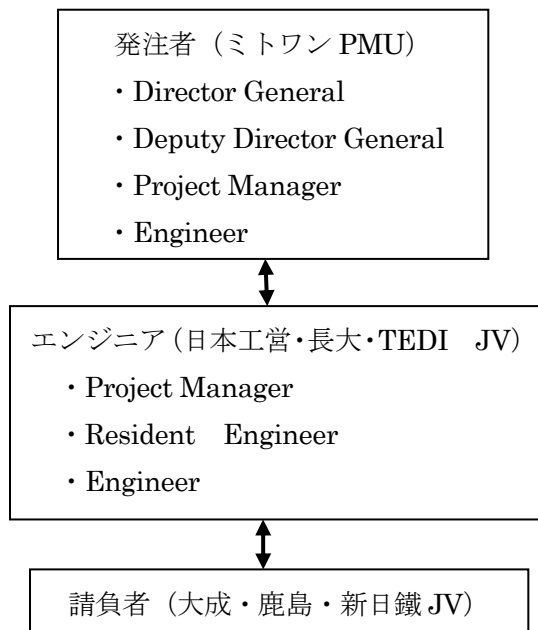


図-3 カントー橋工事の監理組織

エンジニアは現場に常駐しており、請負者とエンジニアとの打ち合わせは随時行なわれ、また、定期的に月例、週例会議が開催された。定例の会議には発注者も参加した。発注者、エンジニア、請負者間の連絡は英文レターによって行われ、会議の議事録も含めて各代表者のサインによって正式な書類として残された。

4. ケーブル

4. 1 ケーブル (New PWS)

斜材には工場収束型モノストランドケーブル (New PWS) が採用されている。PE被覆表面にはレインバイブレーション対策としてインデントが設けられている。図-4に最大径のNew PWS断面を示す。New PWSは、中国の江蘇省江陰市にある製作会社 (JFNC)で製作され、架設現場まで海上輸送された。

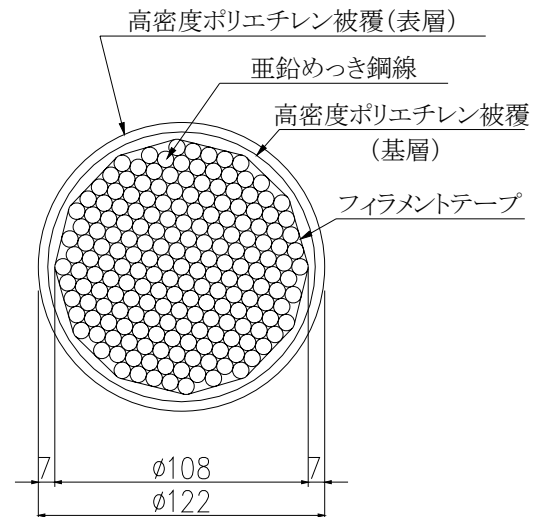


図-4 最大径のNew PWS断面

4. 2 ケーブルに対する規定

契約書ではケーブルの性能保証のために、いくつかの試験が規定されており、New PWSはそれらの規定を全て満足した上で製作し現場に搬入した。契約書でケーブルに対して規定している試験、規定値を以下に示す。

- ①めっき素線強度 1、770MPa以上
 - ②めっき素線疲労試験 応力振幅 297MPa (200万回)
応力振幅 370MPa (50万回)
 - ③アンカー疲労試験 応力振幅 245MPa (200万回)
- ここで、()内は無破断の応力振幅回数を示す。

写真-1は、施工技術研究所で実施したアンカー疲労試験の実施状況を示す。

5. 鋼桁の製作・地組立

5. 1 製作工場

鋼桁の製作は、図-5に示すベトナム北部のハノイ市近郊にある三井タンロン (Mitsui Thanlong

Steel Construction Co. Ltd (以下、MTSC) で実施し、架設現場近くの地組立場のカイクイ港まで輸送した。

- ・ウェブ : 板厚 12~38mm (ケーブル定着部含む)
- ・ケーブル定着鋼管 : 板厚 30~40mm、径 350~450mm



施工技術総合研究所(静岡県)
写真-1 アンカー疲労試験

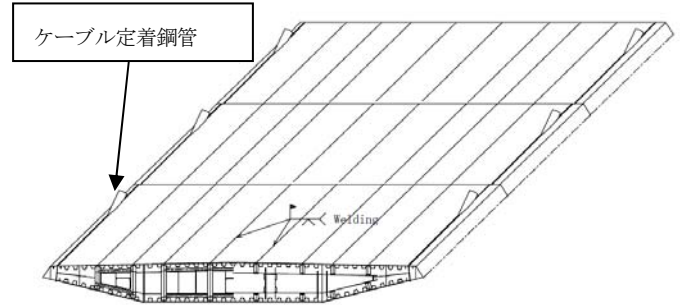


図-6 鋼桁の構造概要

5. 3 鋼桁の製作

ここでは、鋼桁製作に関して留意した主な項目を説明する。

(1) ケーブル定着構造

ケーブル定着部は、外ウェブに極厚鋼管を割り込ませた構造であり、完全溶け込み溶接部が多い。また、補剛板に囲まれた狭隘部となることから、組立て手順と溶接姿勢を計画するために、実際の製作に先立ち、試験体を用いて検討した。写真-2 にエンジニアの立会検査による試験体を用いた施工試験を示す。施工試験で確認された組立順序・溶接姿勢にしたがって実際に組立てられたケーブル定着構造を写真-3 に示す。



図-5 鋼桁製作工場 (MTSC) の位置図

5. 2 鋼桁の構造概要

鋼桁は3室鋼床版箱桁断面からなり、耐風安定性に配慮して6角形状を有している。ケーブル定着構造は、鋼管を外ウェブに割り込ませた構造となっている。また、PC 桁と接続される両端部に接合桁を配置し、一般部は鋼床版箱桁 20 ブロックからなる。図-6 に鋼桁の構造概要を示す。さらに、鋼桁の主な特徴は以下のとおりである。

- ・鋼床版 : 板厚 14mm
- ・補強リブ : Uリブ (デッキ、下フランジ付き)、板厚 6mm



写真-2 ケーブル定着部の溶接施工試験状況



写真-3 製作されたケーブル定着構造

(2) 鋼床版へのUリブ溶接

Uリブと鋼床版の溶接では、Uリブ板厚の80%の溶込みが規定されている。従って、Uリブは工場内で開先加工を実施して溶接した。溶接方法は、半自動CO₂溶接によったため、2パスの溶接が必要であった。1パス目の溶接でのピット、ブローなどの表面溶接欠陥の有無を確認するため、溶接完了後に抜き取りでUT検査（垂直探傷）を行い、検査結果をエンジニアへ提出した。図-7にUリブの開先形状とUT検査要領を示す。

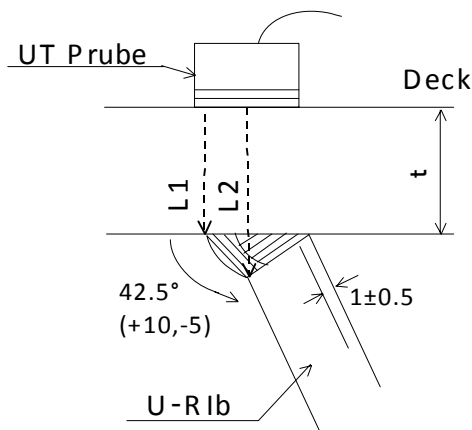


図-7 Uリブの開先形状とUT検査要領

5.4 仮組立

鋼桁の仮組立検査は、全20の鋼桁セグメントの内の隣接する3セグメントを順次組立てることによって実施した。3セグメントの内の1セグメントを重複セグメントとし全体で8回の仮組立検査を実施し、全ての仮組立検査にエンジニアが立会した。仮組立時の形状を架設現場で精度よく再現させる目的で、仮組立検

査合格後に連結ボルト孔にパイロットホールを設けた。写真-4に仮組立の状況を示す。



写真-4 鋼桁の仮組立状況

5.5 鋼桁パネルの輸送

工場で作成された鋼桁パネルを地組立場のある架設現場近くのカイクイ港まで輸送した。まず、MTSCからハイフォン港まで約80kmをトレーラーで陸上輸送し、ハイフォン港からカイクイ港まで約2,000kmを海上輸送した。写真-5に鋼桁パネルの輸送状況を示す。



(トレーラーへの積付け) (輸送船内の積付け)

写真-5 鋼桁パネルの輸送状況

5.6 地組立

地組立は、架設現場から下流側6kmのハウ川沿いに位置するカイクイ港で実施した。地組立では、鋼床版と下フランジの橋軸方向16線の溶接と箱桁内高力ボルトの締付け、および、これらの個所の塗装を実施した。鋼床版はSAW、下フランジはFCAWによって箱桁内からの下向き姿勢で溶接した。写真-6に地組立の状況を示す。



写真-6 カイクイ港での地組立状況

表-1 鋼桁セグメントの寸法と重量

幅, 高さ	幅: 26.0m, 高さ: 2.7m
長さ	接合桁: 3.5m, 標準桁: 10~12.0m
重量	88ton ~ 179ton



写真-7 鋼桁セグメントを搭載した多軸台車

6. 浜出し、水上作業

6. 1 浜出し棧橋

地組立した鋼桁セグメントは、カイクイ港の棧橋から、台船上に浜出しした。地組立を実施したカイクイ港は、**図-8**に示すように、架設現場から6kmほどハウ川の下流に位置している。

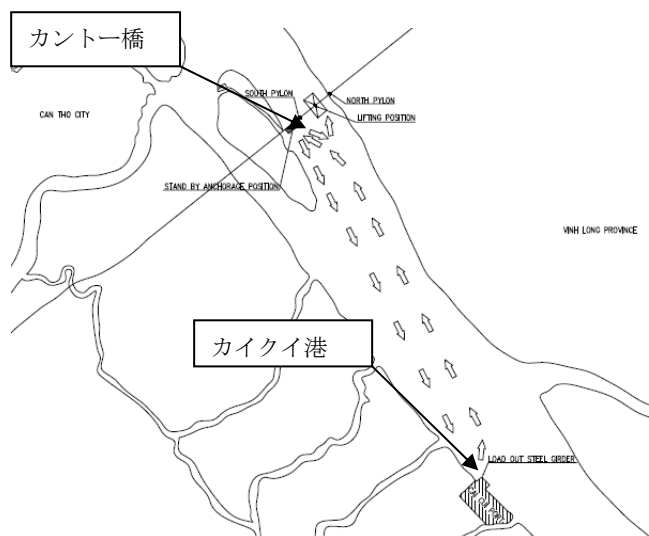


図-8 浜出し棧橋(カイクイ港)の位置

6. 2 浜出しの概要

鋼桁セグメントを、最初に地組立ヤードで地組立状態から切り離し、**写真-7**に示すように多軸台車に受け替えた。次に、鋼桁セグメントを搭載した多軸台車を2台のトレーラーで移動し、棧橋から台船上に浜出しした(**写真-8**)。表-1に浜出しした鋼桁セグメントの寸法、重量を示す。



写真-8 鋼桁セグメントの浜出し状況

6. 3 水上作業

カイクイ港で鋼桁セグメントを搭載した台船を、**写真-9**に示すようにタグボートによりハウ川を架設現場までを曳航し、張出し架設桁先端の吊上げ位置に定点係留した。台船の係留は、現地調達したタグボートなどの機材能力などを考慮して4点式係留とした。

台船の係留作業は、国際航路内で行わなければならないため、通常300mの航路幅を、直下吊り架設の作業時には100m幅に航路規制を実施した。航路規制の概要を**図-9**に示す。

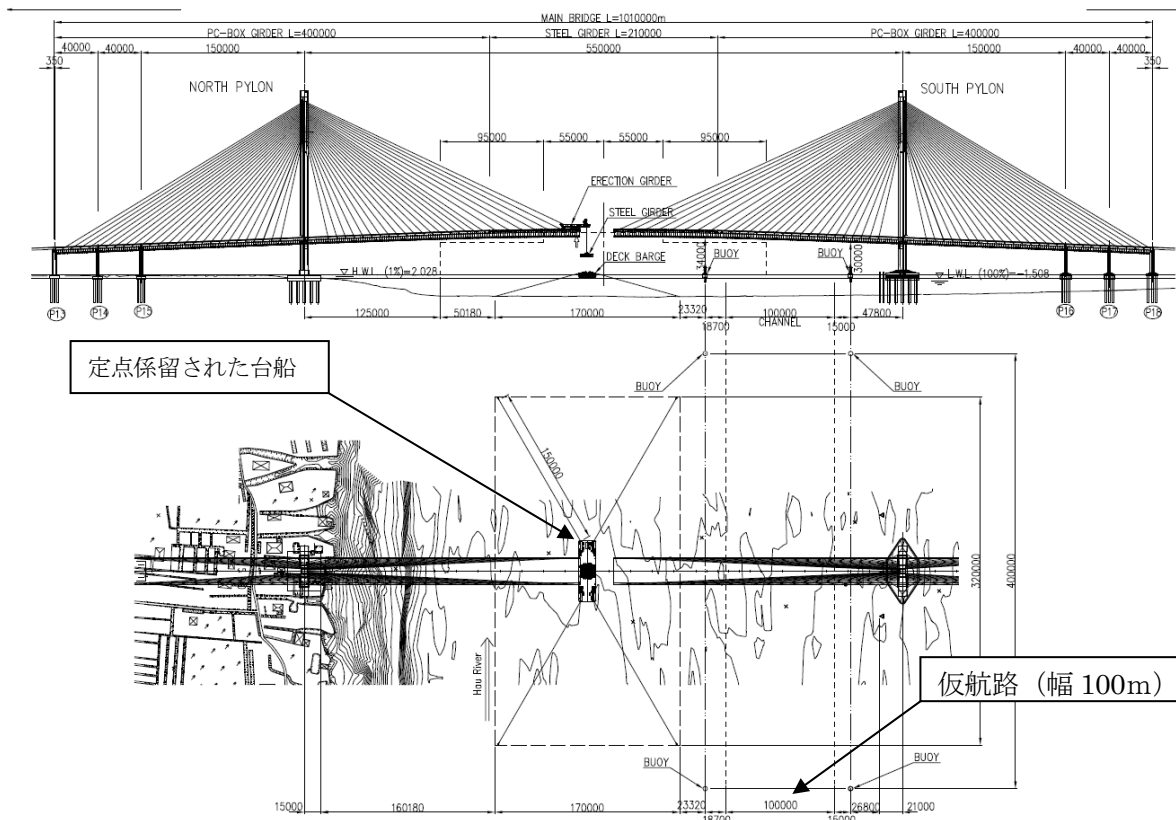


図-9 鋼桁直下吊り架設時の航路規制要領

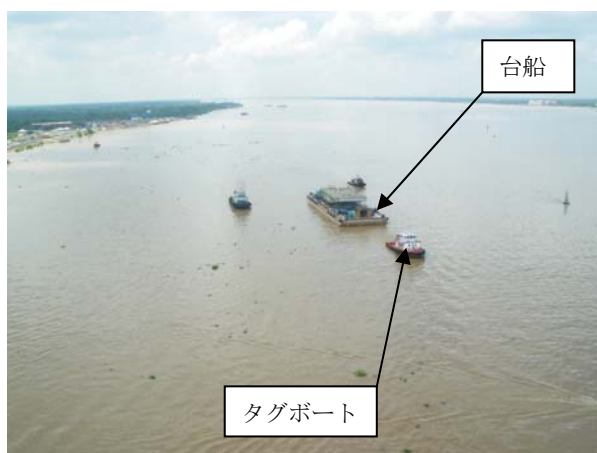


写真-9 タグボートで曳航される台船



写真-10 鋼桁セグメントの直下吊り状況

7. 鋼桁・ケーブルの架設

7. 1 鋼桁直下吊り架設

写真-10 に示すように計画位置に定点係留した台船上の鋼桁セグメントを、張出し架設鋼桁上のエレクションガーダーに設置した2台のストランドジャッキにより吊上げた。閉合は、両主塔側に140mm セットバックして、作業空間を確保した後に閉合ブロックを吊上げることで実施した (写真-11)。



写真-11 閉合桁の吊上げ

7.2 接合桁の架設

PC 桁と鋼桁は、接合桁を介して剛結されており、接合形式は中詰めコンクリート前後面支圧板形式である。接合構造を図-10 に示す。間詰めコンクリートは地組立時に接合桁内に打設した。

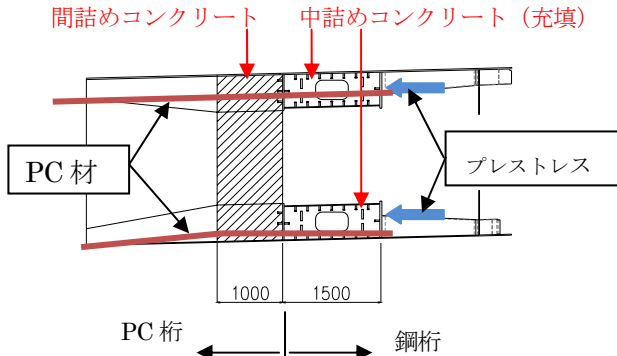


図-10 接合桁の構造概要（側面図）

7.3 ケーブル架設

本橋ではPC桁部、鋼桁部の合計で216本のNew PWSを架設した。New PWSは桁上に展開した後に、主塔側へタワークレーンで定着し、次に主桁側のケーブル定着鋼管へテンションロッドをも用いて架設した（写真-12、13）。



写真-12 定着部へのケーブルの挿入



写真-13 桁下からのケーブルの引込み

8. 国内工事との違い

ODA 案件であるカントー橋工事は、国内工事とは異なる点があり、主な異なる点を以下に列記する。

- ・契約書はFIDIC（国際コンサルティング・エンジニア連盟）土木建設工事約款を基本。
- ・エンジニアが施工管理を実施する。
- ・エンジニアが現場で品質管理を直接実施する。
（写真などによる間接管理は許されていない）
- ・コミュニケーション、文書は英語で実施。
- ・資機材、人材は国際的に調達。

9. おわりに

カントー橋は平成22年3月に完成し（写真-14）、4月24日に盛大に開通式が挙行された後に供用されている。カントー橋の開通により物流の効率化が図られ、ベトナム南部地域の経済が今後大きく発展することが期待される。



写真-14 完成されたカントー橋（ハウ川から撮影）