

ベトナム・ソンボ橋の施工

— ベトナム南北鉄道橋梁安全性向上事業 CP4 —

九津見 昌宏*1・沖本 治*2・片岡 一夫*3

ベトナム社会主義共和国は、インドシナ半島の海沿いに南北に広がる国で、国土面積も日本の約90%の広さを持ち比較的安い人件費、質が良く若い労働力を背景に順調な経済成長を続けてきており、今後の継続的な経済成長のためには南北を縦貫する運輸セクターの整備がますます重要な課題となっている。当該橋梁工事は老朽化が進んでいるベトナム南北鉄道の橋梁架替え工事で、有償資金協力事業（ODA）を用いた「南北鉄道橋梁安全性向上事業（II）」のうち、緊急性を要する44橋のなかの1橋である。長年使用されてきた鋼トラス単純桁橋3連の旧ソンボ橋は、PC単純箱桁橋3連とPC3径間連続ラーメン箱桁橋に架け替えられた。これにより列車運行の安全性の確保、旅客・貨物の輸送時間短縮、また輸送力が大幅に改善される。

キーワード：ベトナム、南北鉄道初のPC3径間連続ラーメン桁橋、日越の違い

1. はじめに

ベトナム南北鉄道は、ベトナム国ハノイ～ホーチミン間を結ぶ全長約1700kmの鉄道で、当該橋梁は経年劣化が進んでいる架替え対象44橋梁のうちの1橋の工事である。この44橋の架替え工事は、有償資金協力事業（ODA）を利用した「南北鉄道橋梁安全性向上事業」の第2期事業である。ソンボ橋架替え工事現場は、ベトナム中部の古都フエの中心部から北西に約20kmのヒエンシ村（図-1）に位置する。長年使用されてきた鋼トラス単純桁橋3連の旧ソンボ橋（写真-1）は、PC単純箱桁橋3連とベトナム南北鉄道で初となるPC3径間連続ラーメン箱桁橋に架け替えられた（写真-2, 3）。新軌道は旧軌道から約50m下流側に建設され、1日で新旧軌道切替えが行われた。

施工工期においては、発注者から工程を6カ月短縮する



写真-1 旧ソンボ橋

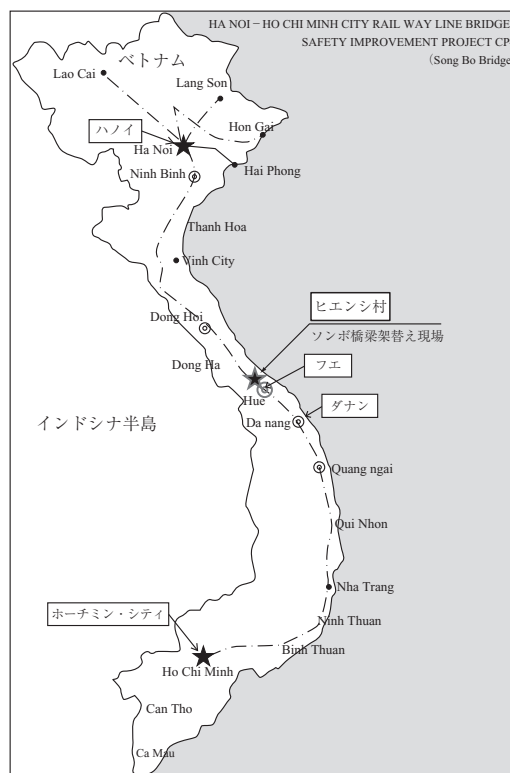


図-1 ベトナム・フエ・ヒエンシ村位置図

ことが要求された。PC3径間連続ラーメン箱桁橋に採用された張出し架設工法は、日本では一般的な工法であるが、張出し施工に不慣れな現地作業員を雇用しての工期短縮では厳しい工程管理が要求された。また、さらなる品質の向上と工事中の安全管理が要求された。工程を左右する

*1 Masahiro KUTSUMI：ドーピー建設工業(株) 北海道工事グループ

*2 Osamu OKIMOTO：三井造船(株) エンジニア事業本部 第二設計部 土木グループ

*3 Kazuo KATAOKA：(株)日本構造橋梁研究所 海外部 ベトナム南北鉄道施工監理業務 所長



写真 - 2 新ソノボ橋



写真 - 3 新旧ソノボ橋

フエの気候は、乾季と雨季に分かれており、とくに台風が上陸する9～11月はソノボ橋梁下を流れるボ川上流のダムが放水するため、川の水位が瞬時に7mほど上昇した記録があった。そのため、当初計画の工程では雨季の3カ月間を工事休止する予定であったが、大幅な工期短縮のためには通年施工する必要があった。施工中の洪水による作業中止は、2013年11月の水位が5.5m上昇して事務所床上30cmの浸水被害があった1週間と、2014年12月の水位が3m上昇して仮橋が破壊されたことによる1日のみで、幸いにも被害は少なかった。

2. 工事概要

工事名：Hanoi - Ho Chi Minh City Railway Line Bridges Safety Improvement Project Construction Package No.4 (CP4)

発注者：PMU-Rail (Railway Project Management Unit) MOT 交通運輸省鉄道プロジェクト管理局

請負者：三井造船・ドーピー建設工業・シエンコ1 共同企業体 (MES-DPS-CIENCO1 JV)

施工監理：日本構造橋梁研究所・オリエンタルコンサルタンツ・トーニチコンサルタント共同企業体 (JOT JV)

工期：2013年2月1日～2016年1月31日 (36カ月)

3. 橋梁概要

本橋は、PC単純箱桁橋3連とPC3径間連続ラーメン箱桁橋で構成される。単純桁は2径間トラス梁を用いた固定支保工による施工、連続桁はフォームトラベラーによる張出し施工を行った。本稿ではベトナム南北鉄道で初採用されたPC連続桁について報告する。橋梁緒元を以下に示す。

構造形式：PC3径間連続ラーメン箱桁橋

橋脚（場所打ち杭基礎）3基

橋台（場所打ち杭基礎）1基

設計荷重：T-15D（ベトナム鉄道基準）

桁 長：126.000 m

支間長：31.350 m + 62.000 m + 31.350 m

全幅員：8.800 m

桁 高：4 m（柱頭部）～ 2 m

斜 角：90°

縦断勾配：(P3) 0 % (A4)

主要材料：上部工コンクリート $\sigma_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$

鉄筋 SD395, PC鋼材 SWPR7BL 19S15.2

4. 上部工の施工

4.1 施工概要

主桁の施工は、各橋脚から両側張出し施工にて行った。柱頭部は10m、張出し施工ブロック数は8ブロック施工で1ブロック長を3mとし、側径間部のブロック長を3m、中央併合部を4mとして施工した（図 - 2, 3）。当初設計の橋脚高は、それぞれ18mで直接基礎として設計されていたが、河床が硬質な岩盤で掘削することが困難であったため設計変更がなされ、変更後の橋脚高は11mとなった。それにともない、基礎形式も直接基礎から場所打ち杭基礎形式に変更された。その際、工事契約前の事前交渉で発注者（PMU-Rail）に変更提案を行い、変更は認められたものの、その条件としてPC連続桁橋に要する工期を約6カ月短縮することが求められた。ところが、契約完了後、発注者は全体工期を約6カ月短縮できるものと受け止めていたため、橋梁完成後に始める予定であった土工や土工部の軌道工事も同時に進めることとなった。全体の

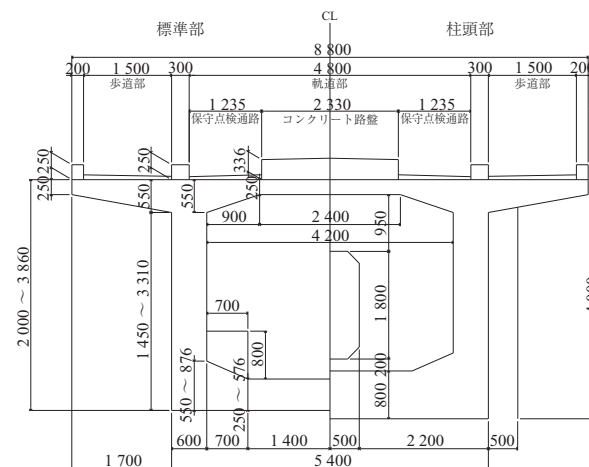


図 - 2 主桁断面図

のため、テト明けに必要な作業員数を確保できる確約がない。そのため、できるかぎり工程を先行させてテト明けの作業をスムーズに開始できる状態で休みに入る必要があった。また、5月15日の新旧軌道切替え日は、契約前交渉で決定している期日であり、工期を守れなかった場合には、鉄道全体の運行に影響を与えてしまうため、重要なポイントであった。実際の新旧軌道切替え日は、発注者が繰起を担いで候補日を決め、他工区との線路閉鎖スケジュール調整を行い5月26日に実施された。

4.3 施工性への配慮

設計変更を行った際に、施工するうえで時間を要するシースの配置(図-5)の見直しを図った。作業員の効率が高まるように単純な配置とし、一部のPC鋼材の高さは、主鉄筋がそのままシースの棚筋になる高さに設け、図面作成の段階で施工性に留意した。これにより、できるかぎり平面位置の管理だけで済むようにして効率化を図った。

4.4 品質管理

当該現場のベトナム人作業員にかぎって言えば、まじめで器用で、しかも素直であるが、年齢層が20代と若く施工経験の少ない者が多かった。そのため、最初に施工した単純桁の1スパン目は、細かく指導しながら施工を行った。とくに次にあげるような点を重点的に教育した。①コンクリートのかぶりを確保すること、②ゴミを型枠内に捨てないこと、③構造鉄筋には溶接しないこと、これらの基本的なことを徹底して順守させた。

また、外枠と内枠を固定する際、日本で一般的に用いられているセパレーターなどを使用していなかったため、補助鉄筋と型枠を固定する鉄筋とを溶接で固定した。そのため、型枠脱枠後の跡埋め補修を行う際に作業が容易になるように、鉄筋切断除去がしやすく、またモルタル補修を容易に行えるように、セパレーターに該当する部分を発泡スチロールで養生するなど、施工方法を工夫するように指導した。

単純桁施工後の工程短縮が必須であったため、これらの

こと徹底して確認してからコンクリート打設を行い、残り2スパンの単純桁を施工した。3径間分の単純桁を施工した6カ月間で作業員の意識改革も進み、連続桁施工時には、わずかなかぶり不足を直す程度で済むようになり、工程を短縮することに専念できるようになった(写真-4)。



写真-4 鉄筋・シース組立状況

4.5 安全管理

安全管理において、当該現場に従事していた作業員はリスクマネジメントなどのシステムを運用する習慣が身につけておらず、安全に対する意識改革が必要であった。品質管理同様に、順守できるまで徹底して指導した。①ヘルメットを正しく被ること、②サンダルでの作業は認められず、安全靴を着用すること、を繰り返し注意し、順守されていない場合にはその場で是正させた。その結果、工期終盤までしっかりと安全装備を着用する意識が根付いていた。

また、体力、運動能力に自信がある者が多かったため、施工開始直後は不安全行動が頻繁に行われていた。決められた安全通路を通らずに近道行動を取る者が多かった。安全を管理するため、作業通路、手摺の設置、安全帯の使用

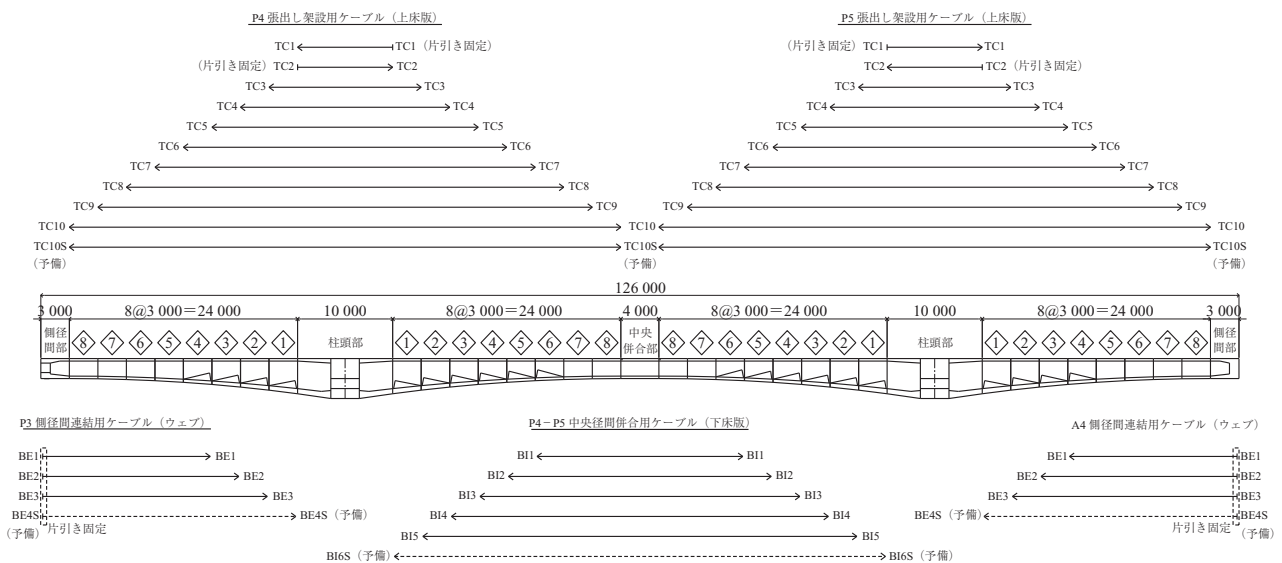


図-5 PCケーブル配置図

○ 工事報告 ○

などを日々、現場で直接指摘し、是正させながら安全設備を整えた。安全管理の重要性を認識させるため、安全設備を優先し、当初は作業を止めることが多々あった。

張出し施工時のフォームトラベラー移動後には、作業の前にすべての手摺、梯子を確認、設置、あるいは是正させてから次のブロックの作業を開始させた（写真 - 5）。



写真 - 5 張出し施工時の状況

4.6 使用資機材の調達

ベトナムでは、工事に必要なものは日本と比べて調達に時間がかかるが、国内調達が可能であった。フォームトラベラーはベトナム側 JV パートナーが所有している機材を使用した。本工事は本邦技術活用条件（STEP：Special Terms for Economic Partnership）対象事業であるため、資機材およびサービス（日本人技術者の配置など）を日本およびベトナムまたは第3国の日系企業から、本体契約総額の30%以上調達しなければならない規定があった。

主要資機材のうち、鋼板、コンクリート床版直結軌道装置、レールなどは日本から輸入、鉄筋やセメントは地元の日系企業から購入、また、PC鋼より線や定着具、支承は第3国の日系企業から輸入した。シースやそのほかの資材は、ベトナム国内で地元調達を行った。

4.7 軌道切替え工

2015年5月26日の新旧軌道切替えを終え、切替え後、初の列車が通過する際、各スパンに機関車が停車し、おのおの径間に生じるたわみを計測する作業がなされた（写真 - 6）。本プロジェクトが完了すると、ベトナム南北鉄道は、現在の橋梁での速度制限（15 km/h～30 km/h）が解除され、60 km/h～80 km/hでの通過が可能となる。

5. おわりに

筆者らが一緒に働いたベトナム人作業員は、これまでに



写真 - 6 たわみ計測状況

もPC橋の現場に従事した経験はもっており、PC橋の施工に関する知識や経験は、浅いながらも有していた。しかし、ODAなどで日本人が現場に従事して管理することにより、施工精度や耐久性などをさらに改善できると感じた。

長期的な工程、作業性を考えた短期的な作業工程、作業内容を決定すれば、作業効率をさらに高めることができる。彼らは、これらの管理に対する考え方や方法を吸収したと考えられ、日本人の要求に応えるだけの潜在能力があったと感じる。また、安全や環境に対する意識の向上は今後、ベトナム国内全体での取り組みに発展することを期待したい。

本プロジェクトは、新旧軌道切替え時点から約4カ月後に竣工を迎えた。新旧軌道切替えは、当初の工程どおり完了し、残作業の旧橋解体も順調に完了した。旧軌道と盛土の撤去、河川兩岸の省道から新橋歩道部に接続するアプローチ土工事の一部が雨季にかかってしまい作業効率は落ちてしまったが、無事に完了した。工事完成によって南北鉄道の輸送効率が上がり、ベトナム全体の発展に大きく貢献できたと感じる。

また、本工事にともない、アンダーパスを新設したことにより踏切が撤去された。さらに橋梁両脇の歩道の架替えにより、地元住民が対岸へ容易に往来できることで地域が活発になり、地元の発展に寄与すると期待している。ベトナム中部はいまだ、インフラ整備が十分ではなく、人々の生活も大都市のハノイやホーチミンとは大きな格差がある。本プロジェクトに携わったことで、日本では注目されないベトナムの地方が発展し、地元住民の生活が便利になり、ベトナム全体の生活の質の向上、発展に寄与できているとすれば幸甚の至りである。

【2015年12月1日受付】