第7回 JAPANコンストラクション国際賞 建設プロジェクト部門 最優秀賞受賞

# ハイチ復興に向けて
## 「度重なる苦難を乗り越えて」
### ～クロワ・デ・ミッション橋梁及び新線橋梁架け替え計画～

**ハイチ共和国**

セントラルコンサルタント株式会社 東京事業本部 海外部　植田（うえだ）　信一（しんいち）
株式会社安藤・間 国際事業本部 土木部　ガリシア・ガルシア・ダビッド

## 1. はじめに

ハイチ共和国（以下，「ハイチ国」という）は西インド諸島のイスパニョーラ島西部に位置し，東にドミニカ共和国と国境を接している立憲共和制国家である。ハイチ国の国土は2万7,750 km$^2$を有し，総人口は1,172万人（2023年時点）で，人口密度は422人/km$^2$である。地形的には，南北が約200 km，東西が約290 kmとやや東西に長く，主として岩の多い山々からなっており，沿岸部にはわずかながら平野や谷間を流れる川がある（図－1）。

図－1　ハイチ国位置図

最も大きな都市は，299万人が住む首都のポルトープランスである。長年にわたる乱伐で山ははげ山だらけになってしまっているために保水力がなく，ハリケーンが通過すると洪水となって大きな被害をもたらしている（写真－1）。

写真－1　乱伐された山肌に建設された家々

ハイチ国の経済は，農業依存型の脆弱な体質に加え，国内の政情不安と1991年の軍事クーデターを契機とした国際社会による経済制裁により，1994年には国民経済は困窮状態に陥った。その後も，政情不安，民間投資の減少，国民総生産の低下，為替相場の下落，自然災害の発生等により，ハイチ国の経済社会は厳しい状況が続いた。

2005年には，暫定政権下でハイチ系海外移民（ディアスポラ）からの送金及び通信，建設分野の投資等が増大し，国内総生産がプラス成長となり，インフレ率も前年比減となった。

しかし，2008年9月，同国付近を連続通過した複数のハリケーン（「フェイ」，「グスタフ」，「ハンナ」，「アイク」）により，死者約800名を含む

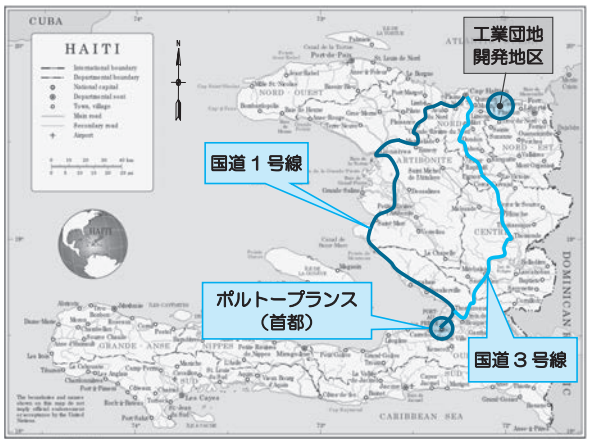
被災者約 80 万人のほか，同国 GDP の約 15% に相当する損失を被った。

また，2010 年 1 月には，首都ポルトープランスの西南西 25 km 付近を震源とするマグニチュード 7.0 の巨大地震，2016 年 10 月には巨大ハリケーン「マシュー」の直撃など，度重なる自然災害を受け，首都ポルトープランスを含むハイチ国全土に甚大な被害をもたらした。

## 2. プロジェクトの背景

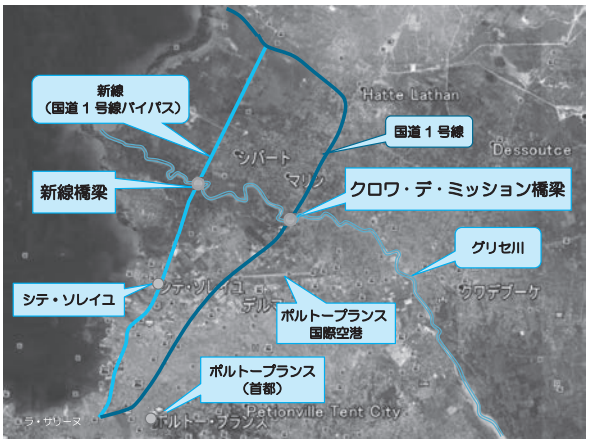
このような状況を受け，ハイチ国政府は首都ポルトープランスとその周辺地域への経済及び行政機能の一極集中が未曾有の規模の震災被害を招いた，との反省に基づき，重点政策の一つに地方分散化を掲げ，これに伴う道路網整備の必要性が高まった。

加えて，米州開発銀行（Inter-American Development Bank：IDB）等の支援を受けて北部地域で工業団地の建設を開始するとともに，首都圏と北部地域を結ぶ国道 1 号線や首都圏と中部地域を結ぶ国道 3 号線等の整備事業が行われることとなった（図－ 2）。




図－ 2　工業団地開発地区と首都ポルトープランス

首都圏から建設が進められている北部の工業重点開発地域へ向かう主要幹線道路である国道 1 号線と，その西側に位置するバイパス道路である新線は，首都圏と北部・中部地域との間の運輸交通アクセスを確保する大動脈の一部を形成しており，首都圏から北部・中部地域へ向かう車両の約 80% がクロワ・デ・ミッション橋梁を通過している状況であった（図－ 3）。




図－ 3　プロジェクト位置図

クロワ・デ・ミッション橋梁は 1962 年に建設されたものであり，老朽化や 2010 年の大震災及び度重なるハリケーンによる損傷が激しいことから落橋の恐れも指摘されており，その改修は喫緊の課題となっていた（写真－ 2）。

写真－ 2　クロワ・デ・ミッション橋梁（旧橋）

また，新線上の新線橋梁は 1997 年に建設された橋梁（上部工は仮橋構造のベイリー橋）であり，クロワ・デ・ミッション橋梁と同様に，自然災害による損傷が著しいだけでなく渋滞する国道 1 号線を避けてバイパス道路である新線を利用する大

型車両の増加により，重量負荷からの耐久性不足も懸念された（写真－3）。

写真－3　新線橋梁（旧橋）

以上により，当該2橋の架け替え工事の必要性と緊急性が急速に高まり，ハイチ国政府は日本政府に無償資金協力の支援を要請することとなった。

## 3.　プロジェクトの概要

### (1)　基本情報

・案件名：クロワ・デ・ミッション橋梁及び新線橋梁架け替え計画
・発注者：公共事業運輸通信省
　Ministère des Travaux Publics, Transports et Communications（MTPTC）
・設　計：セントラルコンサルタント株式会社
・施　工：株式会社安藤・間

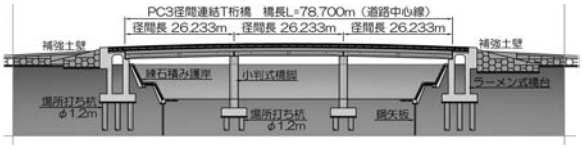
### (2)　協力対象範囲（施設概要）

表－1，図－4，表－2，図－5による。

なお，当初は練石積み護岸の上下流にふとんかご護岸を計画していたが，治安の急激な悪化により早期の撤収が求められたことから，ハイチ国政府，国際協力機構と協議の結果，本協力対象範囲から除外した。

表－1　クロワ・デ・ミッション橋梁 施設概要

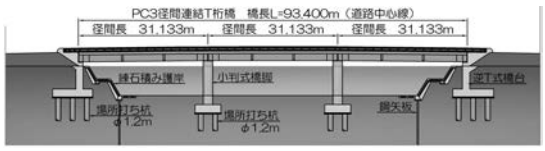
| |
|---|
| **①PC橋梁の建設（架け替え工事）** |
| 橋長・支間割：L＝3×26.233 m＝78.700 m |
| 有効幅員：11.5 m　2車線＋両側歩道 |
| 上部工：PC3径間連結ポストテンション方式バルブT桁橋<br>ブロック桁工法 |
| 下部工：ラーメン式橋台，小判型壁式橋脚 |
| 基礎工：場所打ち杭　φ2.0 m×19.5～28.5 m |
| **②取付道路の整備（道路改良）** |
| 延長：合計219.78 m |
| 幅員：13.3 m　2車線＋両側歩道<br>側道10 m　（片側5.0 m×2） |
| **③河川護岸の整備** |
| 形式：練石積み工（鋼矢板） |
| 延長：合計113.0 m |
| **④旧橋の撤去** |
| 橋梁形式：鋼トラス橋，橋長60.5 m，総幅員8.25 m |




図－4　クロワ・デ・ミッション橋梁 側面図

表－2　新線橋梁 施設概要

| |
|---|
| **①PC橋梁の建設（架け替え工事）** |
| 橋長・支間割：L＝3×31.133 m＝93.400 m |
| 有効幅員：10.5 m　2車線＋両側歩道 |
| 上部工：PC3径間連結ポストテンション方式T桁橋 |
| 下部工：逆T式橋台，小判型壁式橋脚 |
| 基礎工：場所打ち杭　φ1.2 m×31.0～37.0 m |
| **②取付道路の整備（道路改良）** |
| 延長：合計270.3 m |
| 幅員：11.5 m　2車線 |
| **③河川護岸の整備** |
| 形式：練石積み工（鋼矢板） |
| 延長：合計82.0 m |
| **④旧橋の撤去** |
| 橋梁形式：ベイリー橋，橋長61.0 m，総幅員8.9 m<br>（上部工本橋工事時のう回路として再利用） |




図－5　新線橋梁 側面図

## 4. プロジェクトの調査・計画・施工

### (1) 調査・計画

① 調査期間中の安全確保

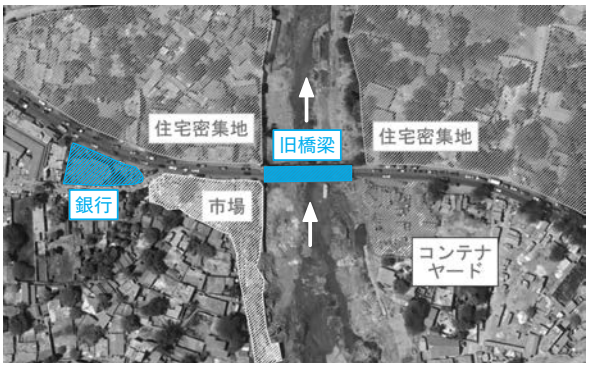
本プロジェクトは，2014 年 1 月に現地調査を開始した。ハイチ国では，2010 年 1 月に発生したハイチ地震の復興中であり，治安も決して良い状況ではなかった。特に，クロワ・デ・ミッション橋梁架橋位置には市場があり，現地の人で混み合う地域での調査であったことから，調査団員の安全確保が課題であった。そのため，現地の警備会社と契約を行い，調査団車両 1 台に 1 名のボディーガード（拳銃所持）を配備し，調査団員の安全確保を行った（**写真－ 4**）。

写真－ 4　ボディーガードとドライバー

② 市街地の狭隘な地域での橋梁架け替え計画

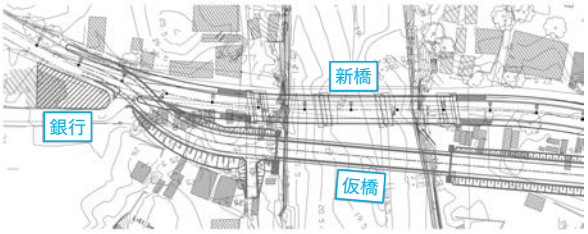
クロワ・デ・ミッション橋梁は市街地で住宅密集地が付近にあり，かつ市場が隣接する地域であることから，架橋位置の選定が大きな課題となった。

旧橋の下流側両岸は住宅密集地であり，下流側に道路線形を設定すると多くの住民移転が発生するため，事実上不可能であった。そのため，旧橋上流側に道路線形を設定することが住民移転の観点から好ましい選定となる。しかし，上流側左岸には銀行があり，良好な道路線形を設定すると銀行の移設（移転）が必要となることが判明した（**図－ 6**）。




図－ 6　クロワ・デ・ミッション橋梁 平面図

銀行は地区の社会経済に関連する重要施設であり，移設（移転）は環境社会配慮上の問題が大きい。そのため，旧橋の下流側への架橋も困難であることから，新橋架橋位置は旧橋と同位置として計画を行った。なお，施工期間中の仮橋はこの銀行に影響を与えないような道路線形を設定して，旧橋上流側に計画を行った（**図－ 7**）。




図－ 7　クロワ・デ・ミッション橋梁 仮橋位置図

道路縦断についても，河川条件から決定される桁下余裕高を確保すると道路縦断が現状よりも上がることとなるが，橋梁を利用する歩行者への利便性を勘案して，橋台背面に斜路付き階段を計画した。併せて，住宅密集地と市場を往来する歩行者の安全な道路横断を目的としてラーメン式橋台を採用し，歩行者の安全確保に努める計画を行った。

③ 工期短縮に向けた部材のプレキャスト化

クロワ・デ・ミッション橋梁は，市街地の交通量の多い地域での橋梁架け替え工事のため，現場施工期間を可能な限り短縮することが課題であっ

た。また，市街地であるが故，架橋位置周辺に広大な仮設ヤードを構築することができないという課題もあった。

そのため，プレキャスト部材を積極的に取り入れ，現場施工工期短縮に努めた計画を行った。最も大きな部材としては，橋梁の主桁がある。新線橋梁は，架橋位置に桁製作ヤードを確保できる用地があったことから，架橋位置背面でポストテンション方式の T 桁を製作し，架設桁架設にて桁の架設を行う計画を行った。

一方，市街地にあるクロワ・デ・ミッション橋梁は，架橋位置付近で桁製作ヤードの確保が極めて困難であるため，PC ブロック桁（セグメント工法）を採用，桁製作ヤードで製作されたブロック桁を架橋位置に運搬し，架設桁の上に並べて接合，架設する方法を計画した（**写真－5**）。

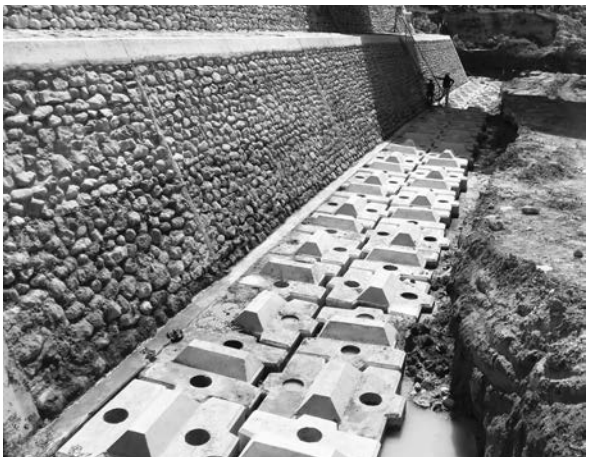
写真－5　クロワ・デ・ミッション橋 桁架設

主桁以外にも，取り付け道路部の嵩上げ部分を現場打ちの擁壁ではなく，プレキャスト部材の補強土壁工を採用し，さらに補強土壁頂部に設置するガードレール基礎も，同様にプレキャスト部材として計画を行った。また，護岸工の一部である根固めブロックも，プレキャスト部材にて計画を行った（**写真－6**）。

### ⑵　施　　工

①　工事期間中の安全確保

工事を着工した時期は，地震からの復興中であり国連が治安維持活動を行っている期間であった。しかしその後，国連のハイチ国撤退が決まり治安維持組織が整備されていないことから，治安が急激に悪化した。



写真－6　プレキャスト根固めブロック

政治的デモによる道路封鎖及びギャングなどの反社会的勢力による工事妨害が，工事の初期段階でも頻繁に発生していた（**写真－7，8**）。

写真－7　政治的デモによる道路封鎖

写真－8　ギャングによる工事妨害

また，2021 年 6 月にギャングによる警察署襲撃事件，7 月に大統領暗殺事件及び 8 月には巨大地震が発生するなど，更なる政情不安や治安の悪化が顕著となった。このような状況下において，工事完了までの現場及びプロジェクト関係者の安全を確保することが課題であった。

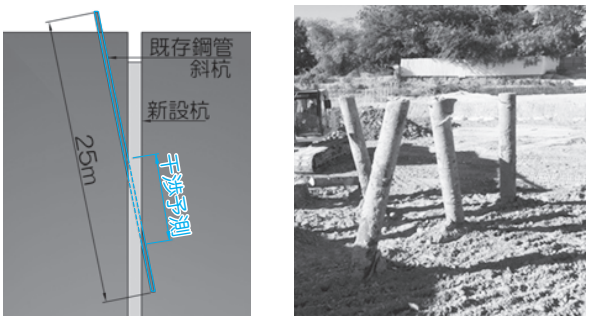
デモや道路封鎖が常態化している中での工事であり，危険要因の発生確率が高く，発生した場合には人命に関わる甚大な被害が懸念されることから，治安悪化状況下でのリスク対応として厳重な警護態勢を実施体制に盛り込んだ。さらに，現場職員・SV（管理者）・第三国人の安全を確保し，かつ安全に現場運営するために「ハイチ共和国 政情不安定な状態での現場運営及行動計画書」を策定し，その行動計画に基づいて安全対策を実施した。

また，この計画書は在ハイチ日本大使館及び国際協力機構ハイチ事務所と共有し，積極的に情報共有を行った。この結果，治安の悪化状況は極めて異例の事態ではあったが，行動計画を確実に実施することで，プロジェクト完了まで安全を確保しながら現場運営を行うことができた。

② 既存鋼管斜杭の撤去（新線橋梁）

新線橋梁では，既存橋梁の基礎杭が新たに施工する場所打ち杭，及び下部工施工のために設置する仮設土留め鋼矢板に干渉することが判明した。新設橋梁は，既設橋梁を解体・撤去後に同一位置に建設される設計となっていたが，既存橋梁下部工の撤去作業を行っていた際に，既存鋼管杭が斜杭であることが確認された。既存基礎杭に関する図面などの情報が少ない中で，新設場所打ち杭を所定の場所と深度まで施工することが課題であった。

既存鋼管杭が 25 m 程度の杭長であるとの情報以外，杭がどのような角度・方向で設置されているかなどの詳細情報の入手は困難であった。そのため，既存鋼管斜杭の周りの土砂を撤去し既存鋼管斜杭を露出させ，斜杭の位置，傾き及び現地盤高を測量し，この測量結果に基づいて既存鋼管斜杭の地中の位置を図面化し，新設杭基礎との干渉位置・高さを予測した（図－8）。




図－8 既存鋼管斜杭と干渉予測の一例

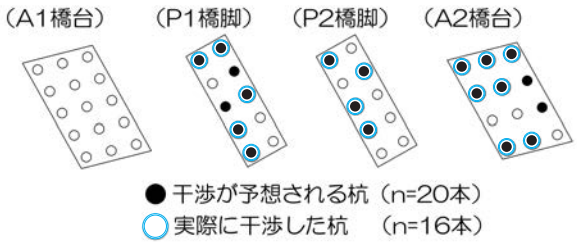
現地盤から 2 ～ 3 m 程度の深度までは掘削機での撤去が可能であったが，干渉位置がより深い場合，杭掘削機に特殊カッティングツールを付け替えながら杭の外周をカットし，その後内側の支障物を撤去する工法を採用した（写真－9）。

写真－9 杭掘削機専用特殊カッティングツール

特殊カッティングツールについては，ハイチ国内での入手は困難であるため国外から調達することとなった。工程への影響を最小限にするために，特殊カッティングツールを入手するまでの間は予測により干渉しないと考えられる場所打ち杭から順次施工を開始するように，施工手順の変更を行った。干渉する既存鋼管斜杭を撤去しながらの杭掘削は，杭掘削機のアタッチメントを何度も入れ替える必要があり，作業効率が若干低下したものの，干渉する全ての既存鋼管斜杭を安全に撤去した上で所定の場所打ち杭の品質を確保し，施工を完了することができた（写真－10）。

写真－10　撤去された既存鋼管斜杭の一部

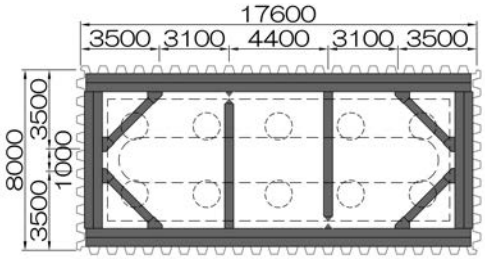
なお，予測の結果では新設場所打ち杭と既存鋼管斜杭の干渉は 20 本と予想されたが，実際には 16 本の干渉が確認された（図－9）。



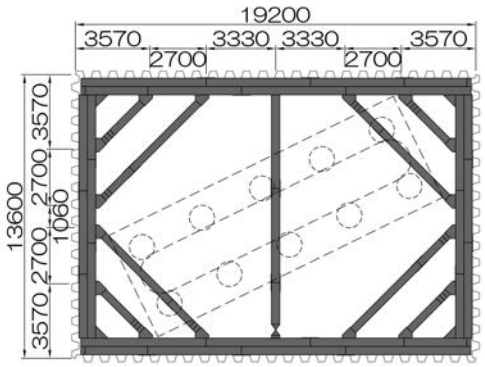

図－9　干渉予測と干渉実績

同様に，橋脚掘削用の仮設土留め鋼矢板への影響を検討した結果，仮設土留めの形状を変更する必要が生じた。また，できる限り締め切り範囲を小さくし，掘削土量，鋼矢板等鋼材数量を少なくするために，P2 橋脚については鋼矢板に干渉する既存鋼管斜杭を特殊カッティングツールにて可能な限り撤去した。さらに，河川内工事であることを勘案し，河川内工事期間の短縮を目的として，掘削土の排土が容易かつスピーディーに行えるよう，土留め切梁の配置についても開口部を大きく確保するよう計画した（図－10）。

しかしながら，この形状変更により掘削量が 85% 程度増加し，鋼矢板・支保工材が 40 トン程度増加する結果となった。コスト低減への更なる工夫・検討が今後の課題となった（図－11）。




図－10　橋脚の仮設土留め（当初計画）




図－11　橋脚の仮設土留め（変更案）

③　UAV を用いた工事進捗管理

近隣施設への影響を指摘され，利用制約を受ける期間もあったが，概ね定期的に UAV による上空からのサイト状況撮影が実施できた。上空からのプロジェクトサイト定点観察に基づき，関係者へ画像を共有し，工事の進捗管理，安全パトロール，会議・報告書作成等に活用したことで，業務の効率化及び工事品質の向上を図った。ビジュアルで容易に工事の進捗・経過をたどることができるツールとして，業務の効率化及び工事品質の向上などの面で有効性が確認された（写真－11）。

写真－11　UAV による工事進捗管理（新線橋）

④　現地製作等を通じた技術移転・人材育成

先にも述べたように，クロワ・デ・ミッション

橋梁は，市街地の交通量の多い地域での橋梁架け替え工事のため，現場施工期間を可能な限り短縮し，かつ市街地であるが故，架橋位置周辺に広大な仮設ヤードを構築することができないという課題があったことから，プレキャスト部材を積極的に取り入れた。

また，この機会を利用して，技術移転・人材育成を試みた。クロワ・デ・ミッション橋梁の取り付け道路に使用した補強土壁工の壁面材の現地製作は，その事例の一つである。通常は工場製作となる補強土壁工のコンクリート壁面材を，現場で製作した。ハイチ国では施工事例が少ないが，技術的な難易度が高くないため，今後の水平展開が期待できるものと考えている（**写真－12**）。

さらに，工事期間中は，国際協力機構，発注者，設計者，施工者の4者合同による「工事品質管理会議」を定期的に開催し，品質確保の取り組みを中心にレクチャー及び意見交換を行う機会を設けるなどの，技術移転・人材育成に係る包括的な取り組みはハイチ国政府からも高く評価された（**写真－13**）。

加えて，施工者の取り組みとして，経験の浅い若手外国人技術者をプロジェクトに参画させ，OJTによる育成を図り，他の海外プロジェクトでも活躍する国際人材の育成・確保に努めた（**写真－14**）。

## 5. プロジェクトの成果

### (1) 道路ネットワークの向上

クロワ・デ・ミッション橋梁は，老朽化及び洪水による損傷が著しく落橋の危険性が指摘されていたため，架け替えることにより落橋の危険性が回避でき，安定的な物流・人的交流が確保される。また，新線橋梁も同様に，仮橋（ベイリー橋）から永久橋に架け替えることで，同様の効果が期待できる。この結果，ハイチ国北部及び中部の経済発展に寄与する物流の促進と円滑化に資する提案ができたものと考える。

写真－12　プレキャスト壁面材の現地製作

写真－13　4者合同による「工事品質管理会議」

写真－14　若手外国人技術者のOJTによる育成

### (2) 歩行者の安全確保と渋滞の解消

特にクロワ・デ・ミッション橋梁は市街地に立地しており，かつ市場が隣接していたことから，歩行者の利用が非常に多い橋梁にもかかわらず旧橋は1.05 mと非常に狭い歩道が片側にしかなく，歩行者の安全性が確保されていなかった。また，道路を横断する歩行者も多いことから，交通事故のリスクが高いだけでなく車両の速度低下を

引き起こすことによって，橋梁上で頻繁に渋滞が発生していた。

本橋の架け替えにより，橋梁上には両側歩道（それぞれ 2.0 m 確保）を計画し，橋台形式をラーメン式橋台とすることで，橋梁を利用する歩行者の安全確保と道路の横断を容易にした。これにより，通過車両も速度を落とすことなく橋梁通過が可能となり，歩行者の安全確保と渋滞解消に資する提案ができたものと考える（**写真－ 15**）。

**写真－ 15**　橋台背面の斜路付き階段とラーメン式橋台

### ⑶　技術移転・人材育成

PC ブロック桁をはじめ，プレキャスト部材を日本や第三国から輸入するのではなく，現地にて製造を行うことで，現地技術者への技術移転・人材育成にも資する提案ができたものと考える。

## 6.　おわりに

本プロジェクトは，2014 年 1 月に開始した協力準備調査から約 8 年の時を得て，ようやく完工する運びとなった（**写真－ 16 ～ 18**）。

プロジェクトの途中には，世界中で猛威を振るった COVID-19 による渡航制限，治安の悪化による工事中断（160 日）及び 2021 年 7 月には現職大統領の暗殺事件，8 月にはマグニチュード 7.2 の巨大地震により更なる治安の悪化が懸念される中でのプロジェクトであった。

完成までにさまざまな苦難が連続する工事ではあったが，在ハイチ日本大使館，国際協力機構ハイチ事務所をはじめとするプロジェクト関係者間で連絡を密に取り情報共有したことで，安全にプロジェクトを進めることができた。過去に例を見ない困難に直面したプロジェクトではあったが，プロジェクト関係者の不断の努力と熱意に支えられ，無事に完遂することができた。

この場をお借りして，プロジェクト関係者各位に感謝申し上げたい。

**写真－ 16**　クロワ・デ・ミッション橋 完成写真

**写真－ 17**　クロワ・デ・ミッション橋 橋名板

**写真－ 18**　新線橋 完成写真（左側は仮橋）