

平成 26 年度(2014 年度)案件形成等調査  
実施案件報告書要約

Ⅱ. 平成26年度インフラシステム輸出促進調査等事業

(円借款・民活インフラ案件形成等調査)

平成 26 年度

インフラシステム輸出促進調査等事業  
(円借款・民活インフラ案件形成等調査)

インドネシア・航空ネットワーク再構築による  
マカッサル空港拡張事業調査

平成 27 年 2 月

経 済 産 業 省  
新 日 本 有 限 責 任 監 査 法 人  
独 立 行 政 法 人 日 本 貿 易 振 興 機 構

委託先：

三菱重工業株式会社

日本工営株式会社

転載禁

# 要約

## (1) プロジェクトの背景・必要性等

### 1) プロジェクトの背景

インドネシアでは経済成長に伴う航空需要の増大によりスカルノハッタ空港（Soekarno-Hatta International Airport）の混雑が深刻化している。インドネシア政府は、ジャカルタ空路・空港の混雑緩和の手段として、スカルノハッタ空港拡張、カラワン新空港建設等を計画・推進しているが、土地収用等の問題もあり計画通り進んでおらず、現在スカルノハッタ空港は旅客ターミナル容量の約3倍で運用せざるを得ない状況となっている。ジャカルタ首都圏の空路・空港の混雑問題は、ジャカルタ首都圏のみの問題に留まらずインドネシアの航空輸送成長、ひいては、インドネシアが持続的な経済発展を遂げる為の大きなボトルネックになる恐れがある。

本プロジェクトでは、ジャカルタ空路・空港の混雑緩和する手段として、スカルノハッタ空港とインドネシア東部のゲトウェイであるマッカサル空港（Sultan Hasanuddin International Airport）を大型機（2通路機）で結ぶことで少ない空港スロットで大量の航空旅客を輸送すると同時に、マッカサル空港をリージョナルハブ空港と位置付けて、マッカサル空港とインドネシア東部の地方空港を小型機（リージョナルジェット、ターボプロップ）による利便性が高い多頻度運航で結ぶ新しいコンセプトの航空ネットワーク（Broad-Band/Regional-Hub Network、以後 BB/RH ネットワークと記載）の導入を提案している。この BB/RH ネットワーク導入により、ジャカルタ空路・空港の混雑を大幅に緩和することが期待される。

### 2) プロジェクトの必要性

これまでにインドネシアは大きな航空需要の成長を実現してきたが、それを支える航空インフラ整備が十分整っていないのが現状である。ジャカルタ空路・空港の混雑がインドネシア全土の航空輸送成長のボトルネックとなっているものの根本的な解決の目途が立っておらず、また、マッカサル空港自身も空港容量を超過した状況にある。本プロジェクトで推進している BB/RH ネットワークによる航空ネットワーク再構築によりジャカルタ首都圏の空港開発に過度に依存せず、ジャカルタ首都圏の空路・空港の混雑を緩和し、併せて、マッカサル空港拡張にリージョナルハブ空港としての機能を持たせることで、ジャカルタ首都圏とインドネシア東部の空港のコネクティビティを向上させて、将来のインドネシアの航空需要増加に対応することが可能となる。

## (2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

### 1) 調査の基本方針

本調査では、スカルノハッタ空港の混雑緩和を目的とした新しいコンセプトの BB/RH ネットワークの構築、及びその結果として求められるマカッサル空港のリージョナルハブ空港としての拡張可能性を調査するものである。将来プロジェクトを想定して、マカッサル空港拡張整備においては、JICA 海外投融資等を活用しつつ、日本企業の優れた技術・ノウハウの活用を見込んだインフラ整備案件として案件形成を目的としている。

今回調査を行うマカッサル空港は、2008 年に新しい旅客ターミナルの供用を開始したが、旺盛な需要を背景に既に旅客ターミナル容量を超過している状況にあり、マカッサル空港拡張は喫緊の課題である。マカッサル空港を運営する空港運営会社の AP-I (PT. Angkasa Pura I) も 2009 年に策定したマスタープランのアップデートを実施中であり、外部コンサルタントを起用して空港拡張計画を策定している状況にある。

本調査では、AP-I のマスタープランとは独立して、BB/RH ネットワークを実現する為に求められるリージョナルハブ空港の要件を盛り込んだマカッサル空港拡張計画を現地ステークホルダーに提案した上で、AP-I のマスタープランとの統合計画案を創成するという方針で実施した。

### 2) プロジェクトの内容等の決定必要な各種検討

#### a) 需要予測

マカッサル空港の航空需要予測は、航空需要に与える影響を加味した上で現地ステークホルダーとの協議の結果、AP-I が現在のマスタープランで計画している航空需要予測値である 2024 年の旅客数 2,100 万人/年 (国内線 1,450 万人、国際線 80 万人、乗継 570 万人) を本空港拡張計画のベースラインの航空需要予測値として設定した。

#### b) BB/RH ネットワーク導入に伴うマカッサル空港容量検討

本プロジェクトでは、日本で長年行われている 2 通路機による短距離国内線運航をモデルとして、スカルノハッタ空港-マカッサル空港間を 2 通路機による多頻度運航を想定した。航空旅客経路選択分析、及び初期的な航空ネットワーク分析を実施した結果、スカルノハッタ空港-インドネシア東部空港間を移動する航空旅客の多くはマカッサル空港経由の乗継便を選択することが見込まれる。その場合、マカッサル空港の乗継旅客が大幅に増加することが想定される為、本プロジェクトでは、(i) スカルノハッタ空港-インドネシア東部空港をマカッサル空港経由で結ぶ BB/RH ネットワークに関連する機能 (BB/RH 空港機能)、(ii) マカッサル空港-その他主要空港 (含む国際線) を結ぶ既存機能 (既存空港機能)、の 2 つの機能に分類することが適当であると考えた。

#### (i) BB/RH 空港機能

スカルノハッタ空港とインドネシア東部空港をマカッサル空港経由で結び、マカッサル空港の乗継旅客に対する乗継利便性を最大限追求した空港機能。初期的なネットワーク分析の結果、2024 年に BB/RH 空港機能で約 1,100 万人/年を処理することが必要となる。特にピーク時間ではスカルノハッタ空港-マカッサル空港間を 2 通路機が 3~4 便/時間、それを支える為にマカッサル空港-インドネシア東部空港間を小型機が 15~20 便/時間で運航することが必要となる。

(ii) 既存空港機能

マカッサル空港とその他主要空港（含む国際線）間の直行便旅客を中心に扱う空港機能。これまで通り、主に単通路機によって運航されることを想定され、初期的なネットワーク分析の結果、2024年に既存空港機能で約1,000万人/年を処理することが必要となり、投資費用縮減の為に既存設備を最大限活用した空港運用が求められる。

c) リージョナルの要求仕様策定

マカッサル空港の現地調査による課題抽出、アメリカのハブ空港の事例調査、そして、現地ステークホルダーからのヒアリングの結果を踏まえて、本空港拡張計画でリージョナルハブ空港に求められる要求仕様を以下の通り策定した。

- ① 旅客：乗継がストレスフリーであること
  - 歩行距離の最短化
  - 階層変更の最小化
  - 乗継保安検査の検査場所の適正配置
  - 十分な乗継チケットカウンター数の確保
  - 広い乗継旅客通路の確保
  - 理解容易な乗継経路の提示
- ② 設備：シンプルな空港施設／効率的な機材運用が実現できること
  - 極力簡素な空港施設で初期投資抑制／運用コスト削減
  - 乗継時間を短くできる大型機／小型機配置を考慮した旅客ターミナル
  - 大型機から小型機への預け入れ手荷物の載せ替え短縮
  - タキシング距離の短縮
  - 混雑箇所が発生しないエプロン・誘導路の配置
- ③ 拡張性：将来に向けた空港拡張の柔軟性が担保されていること
  - 旅客数変動や市場環境変化に対応できる段階的アプローチ
  - 将来航空需要増大に対応できる拡張性（含む Aero City 構想）
- ④ その他考慮事項（含むマカッサル空港の独自の特徴）
  - 非航空収入拡大に向けた商業施設の整備
  - 乗継乗客だけでなくマカッサル空港出発到着の旅客の動線も配慮
  - 2通路機運航による貨物需要増への対応
  - 既存の土地収用計画との整合性確保
  - BB/RH ネットワークでマカッサル空港と結ばれるインドネシア東部の地方空港整備（夜間離発着支援運用能力）
  - マカッサル空港の軍用機運用制限の考慮

### (3) プロジェクトの概要

#### 1) 本事業の概要

本プロジェクトで想定する事業範囲は、航空需要予測結果に基づきマカッサル空港を拡張すると同時に、リージョナルハブ空港として求められる要求仕様を盛り込んだ旅客ターミナル新設／拡張、及びエプロン拡張、バゲッジハンドリングシステム構築、ターミナルビル周辺道路・駐車場等の整備を行うものである。これまでの現地ステークホルダーとの協議、及び各種検討結果に基づき、以下の基本方針でマカッサル空港の概念設計を実施した。

- ▶ 本プロジェクトでマカッサル空港のリージョナルハブ空港の要求仕様を盛り込み、2024年の航空需要予測値である2,100万人/年への空港拡張事業を検討する。
- ▶ インドネシアの今後の航空需要が現在の想定以上に増大する可能性を考慮に入れて、将来拡張性を確保する。
- ▶ 本プロジェクトで検討する2024年（Phase1）の先にある2044年のグランドデザイン（Phase2）まで考慮に入れた段階的アプローチを採用する。また、2024年の供用開始に向け、事前にBB/RHネットワークの成立性を確認する導入フェーズ（Phase 0）の実施可能性も考慮する。
- ▶ マカッサル空港のリージョナルハブ化に伴い、マカッサル空港には異なる2つの役割が必要となる為、空港機能として乗継利便性を大きく向上したBB/RH空港機能と既存空港機能に分けて検討する。
- ▶ 土地収用の困難さを勘案し、2024年まで現有敷地内での拡張を想定する。また、現有の2本の滑走路容量で当面对応可能であること、また、AP-I自身が2024年以降の第3滑走路増設を計画としている為、今回調査では滑走路増設は想定しないものとする。

旅客ターミナルコンセプトの評価結果に、マカッサル空港の現在空港運用状況、並びに用地取得状況を勘案して、リージョナルハブ空港の要求を満足する空港概念設計オプションを検討した。本プロジェクトでは、現地ステークホルダーとの協議を踏まえて、BB/RHネットワークの要求仕様を満足し、且つ、マカッサル空港・インドネシアの航空旅客にとって最も価値が提供できるオプションとして、南側サテライトコンセプトを選定し、本プロジェクトを進めることとした。南側サテライトコンセプトでの2024年（Phase 1）を想定した整備施設概要、及び空港計画図は以下の通りである。

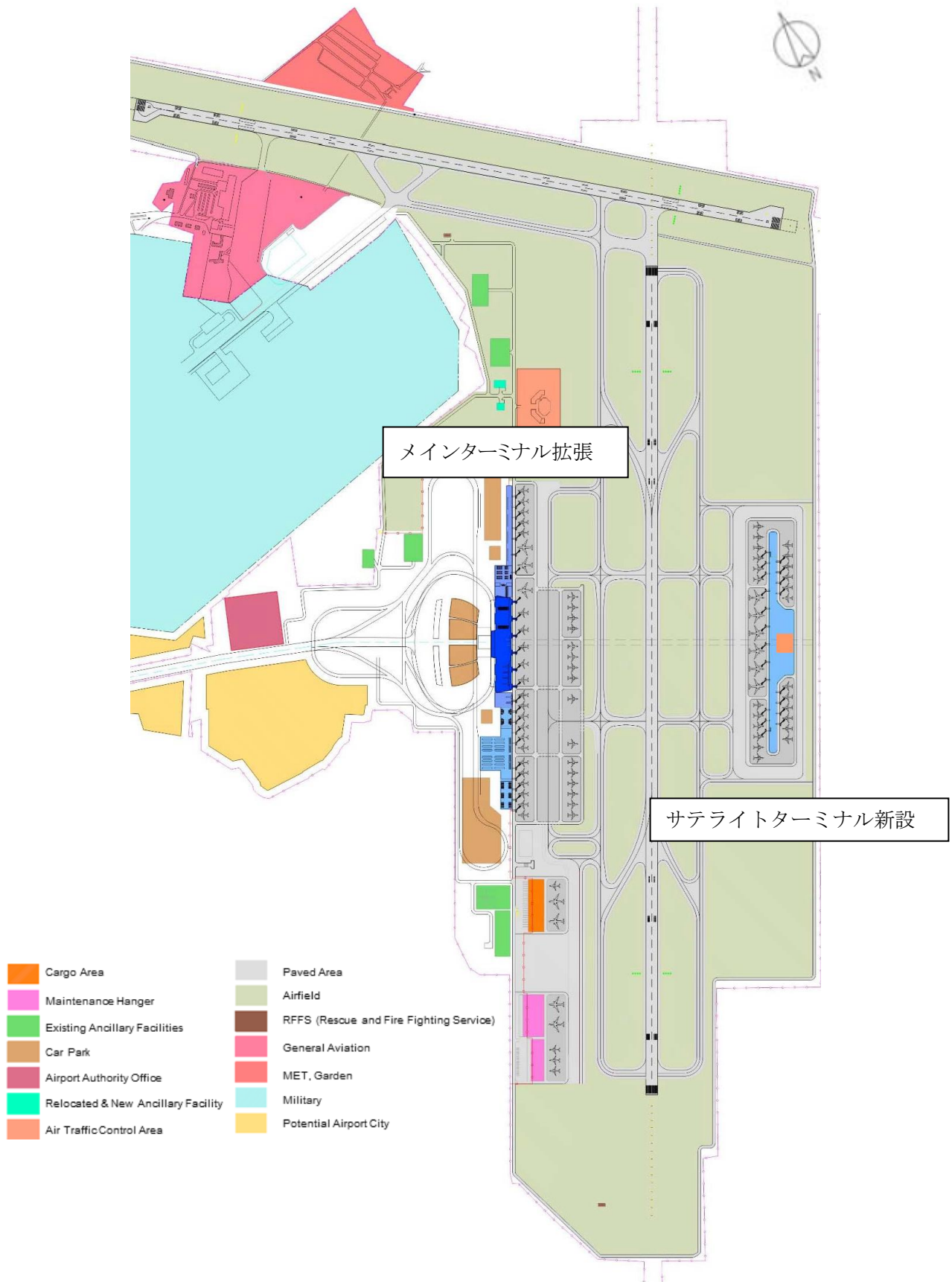
表 0-1 2024 年 (Phase 1) の整備施設の概要

項目	整備対象	整備内容	施設規模	備考
サテライト ターミナル 新設	サテライト ターミナル	サテライトターミナル新設、及び 付随施設・設備の整備 出発／到着ゲートラウンジ コンセッションエリア 乗継保安検査エリア 乗継手荷物検査エリア 預け入れ荷物仕分けエリア ボーディングブリッジ、他	延床面積 88,000 m <sup>2</sup>	
メイン ターミナル 拡張	メイン ターミナル	メインターミナル拡張、及び付随 施設・設備の整備 出発／到着ゲートラウンジ チェックインエリア コンセッションエリア 空港セキュリティシステム バゲッジクレームエリア ボーディングブリッジ、他	延床面積 60,000 m <sup>2</sup>	既存旅客ターミナ ルを拡張
ターミナル 付随施設 新設	ターミナル間 連絡システム	ターミナル間地下連絡通路の整備 APM、連絡用バゲッジハンドリング システムの導入	連絡距離 1km	APM 以外の代替連 絡手段も検討
	ユーティリティ 施設	ユーティリティ建屋の整備 受変電/空調/給水/水処理設備の 整備	-	
エアサイド インフラ 拡張	エプロン	エプロン拡張 貨物ターミナル・航空機整備場エ リア整備	面積 596,200 m <sup>2</sup>	ハイドラント整備 は別途 (AP- I で計 画あり)
	誘導路		面積 115,000 m <sup>2</sup>	
その他	貨物ターミナル		延床面積 10,000 m <sup>2</sup>	新設後移転
	航空機整備場		-	新設 (但し航空会 社による整備)
	駐車場・道路		面積 114,000 m <sup>2</sup>	増設

出典：調査団作成



図 0-1 空港計画図(2024年:Phase 1)



出典：調査団作成

## 2) 事業総額

前項の計画に基づき本プロジェクトの事業費を積算した結果は表 0-2 の通りであり、事業総額は、73 兆 205 億 IDR（日本円：714 億円）である。

表 0-2 事業費の積算

単位：百万

	項目	パッケージ	数量	単位	円換算	USD換算	IDR換算		
							内貨分	外貨分	合計
工事費	旅客ターミナル本館工事	1	60,000	m2	11,000	107	860,113	267,165	1,127,278
	旅客ターミナルサテライト工事	2	88,000	m2	15,000	146	1,172,881	364,316	1,537,197
	ターミナルビル機材費	1, 2	1	LS	4,200	41	328,407	102,008	430,415
	ユーティリティ施設工事	1	1	LS	2,000	20	156,384	48,575	204,960
	地下道工事(トンネルのみ)	3	1	LS	10,000	98	781,921	242,877	1,024,798
	APM・地下バゲハン	2			10,000	98	781,921	242,877	1,024,798
	エプロン新設工事	3	596,200	m <sup>2</sup>	8,945	87	699,428	217,254	916,682
	誘導路新設工事	3	115,000	m <sup>2</sup>	1,725	17	134,881	41,896	176,778
	道路工事	3	60,000	m <sup>2</sup>	300	3	23,458	7,286	30,744
	駐車場工事	3	54,000	m <sup>2</sup>	270	3	21,112	6,558	27,670
	貨物ターミナル工事	1	10,000	m2	1,500	15	117,288	36,432	153,720
		工事費小計				64,940	634	5,077,794	1,577,244
予備費					3,247	32	253,890	78,862	332,752
設計費					3,247	32	253,890	78,862	332,752
事業費計					71,434	697	5,585,574	1,734,968	7,320,542

出典：調査団作成

## 3) 予備的な財務・経済分析の結果概要

予備的財務分析で評価するマッカサル空港拡張整備事業は、BB/RH ネットワークを導入する 2024 年の空港事業全体を対象とした。

設計・建設工事期間（2016 年から 2023 年）とその後の事業運営 20 年間を合わせた、2016 年から 2044 年までの 29 年間を評価期間とした場合、本事業の FIRR は 14.8%となる。空港拡張工事にキャッシュフローが悪化するものの、期末残高は事業実施期間を通して黒字となる見込みである。事業開始当初の非航空収入は、全収入の 36%であるが、マッカサル空港拡張による商業施設の充実と改善された空港運営ノウハウの導入により、その割合は約 53%に上昇することが見込まれる。評価期間中の NPV は、2 兆 300 億 500 万 IDR となる。

また、予備的経済分析の結果、建設工事やターミナル内商業収入に伴うの間接効果、並びにインドネシア東部地域への地域経済効果を考慮したところ、EIRR は、28.0%と高い経済効果となっている。

## 4) 環境社会的側面の検討

### a) 対象範囲、及び背景

マッカサル空港拡張事業のうち、旅客ターミナル新設、エプロン拡張、ターミナルビル周辺の道路・駐車場等の建設、BB/RH ネットワークのインドネシア東部のリージョナルハブ空港として必要な施設・機材の整備を対象とし、環境社会的側面の検討を実施した。今後建設する可能性のある第

3 滑走路やその他施設は対象外としており、今後の課題として予備的な検討結果のみを示している。尚、マッカサル空港では、1995年に策定された ANDAL に基づき環境モニタリングが実施されており、空港運営会社である AP-I から航空総局に年に2回レポートが提出されている。

b) 現状分析

マッカサル空港はインドネシア南スラウェシ州の州都であるマッカサル市郊外 17km に位置する国際空港であり、2013年現在 965万人/年の航空旅客が利用するインドネシア東部の主要空港である。空港周辺は起伏が少なく、近傍の自然保護区やマングローブ等の生育する海岸からはそれぞれ約 10km 離れている。

また、現在実施されている環境モニタリングの結果（2014年6月）によると、騒音、大気、水質に関して概ね環境基準を満たしている状況である。

一方、マッカサル市を含めてインドネシア全体で人口増加が予測される。その為、既に混雑緩和が課題となっているスカルノハッタ空港、及び今後空港容量を超える可能性が高いマッカサル空港において混雑が深刻化し、プロジェクトを実施しない場合、周辺地域への社会的・経済的な悪影響が想定される。

c) 環境社会面への影響、及び今後必要な措置

JICA「環境社会配慮ガイドライン」のチェックリストをベースに、JBIC「環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン」のチェックリスト、本空港拡張計画の特性（ターミナル地下へのトンネル掘削等）を考慮して、環境チェックリストを作成した。この環境チェックリストを基に本空港拡張計画による環境社会面への影響を検討した結果、影響度が現時点では予測できない項目が一部あるものの、全体として限定的な影響に留まることが想定される。

但し、影響度が現時点で特定できない項目、特に航空機騒音による周辺住民への影響、トンネル掘削による地下水など空港周辺の水象への影響、ターミナル施設の建設廃材やトンネル掘削による残土等の廃棄物の発生に伴う影響等に関しては、モニタリングや評価が必要となる。モニタリング、及び評価の結果次第では、必要に応じて適切な保全対策が求められる。

また、本空港拡張計画はインドネシアにおける環境影響評価（AMDAL）の空港セクターの規模要件に該当する為、実施手続きが必要となる。本空港拡張計画を含むマスタープランの承認後、環境影響評価準備書を作成し、建設開始までに AMDAL を実施して中央政府の許認可を得ることが求められる。尚、本空港拡張計画以降に計画される可能性のある第3滑走路、及びその他施設に関しては、住民移転を伴うことが想定される。その場合、住民移転計画の策定も別途必要である。

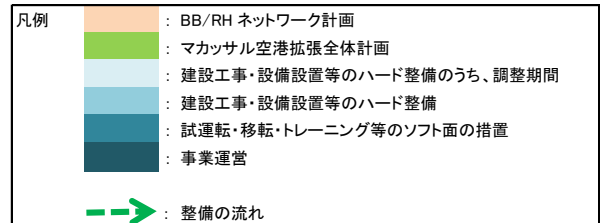
## (4) 実施スケジュール

本空港拡張計画には、複数の旅客ターミナルや付随施設、及びエプロンや誘導路等の整備が含まれる。また、これらの新施設の工事と、既存旅客ターミナルの運用を平行して進める必要がある。これらを勘案すると、現時点で想定される実施スケジュールは表 0-3 の通りである。

尚、いずれの施設においても、AP-I・航空総局等の現地ステークホルダーの意向、及び航空需要予測の変更により、実施スケジュールの見直しが必要となる可能性がある。

表 0-3 本プロジェクトの実施スケジュール

Year		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024						
Quarter		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
BB/RH ネットワーク計画																	
	エアラインネットワーク検証																
	レギュレーション検討																
マッカサル空港拡張計画																	
全体計画	F/S																
	コンサルタント選定																
	基本計画																
	事業権入札																
エプロン・誘導路	実施設計																
	工事入札																
	土木工事																
	事業運営																
ターミナル連絡地下道・APM	実施設計																
	工事入札																
	建設工事・システム導入・試運転																
	事業運営																
貨物ターミナル・ユーティリティ施設	実施設計																
	工事入札																
	建設工事・設備導入・移転・トレーニング																
	事業運営																
拡張ターミナル	実施設計																
	工事入札																
	建設工事・設備導入・移転・トレーニング																
	事業運営																
サテライトターミナル	実施設計																
	工事入札																
	建設工事・設備導入・移転・トレーニング																
	事業運営																



出典：調査団作成

## (5) 実施に関するフィージビリティ

### 1) 相手国実施機関の状況

本プロジェクトの対象であるマッカサル空港の拡張計画全体の遂行者として、インドネシア側の実施機関である空港運営会社 AP-I は、1964 年に設立されたインドネシア政府が 100%出資する国営企業であり、本プロジェクトの対象であるマッカサル空港を含むインドネシア東部 13 空港の管理運営を行っている。

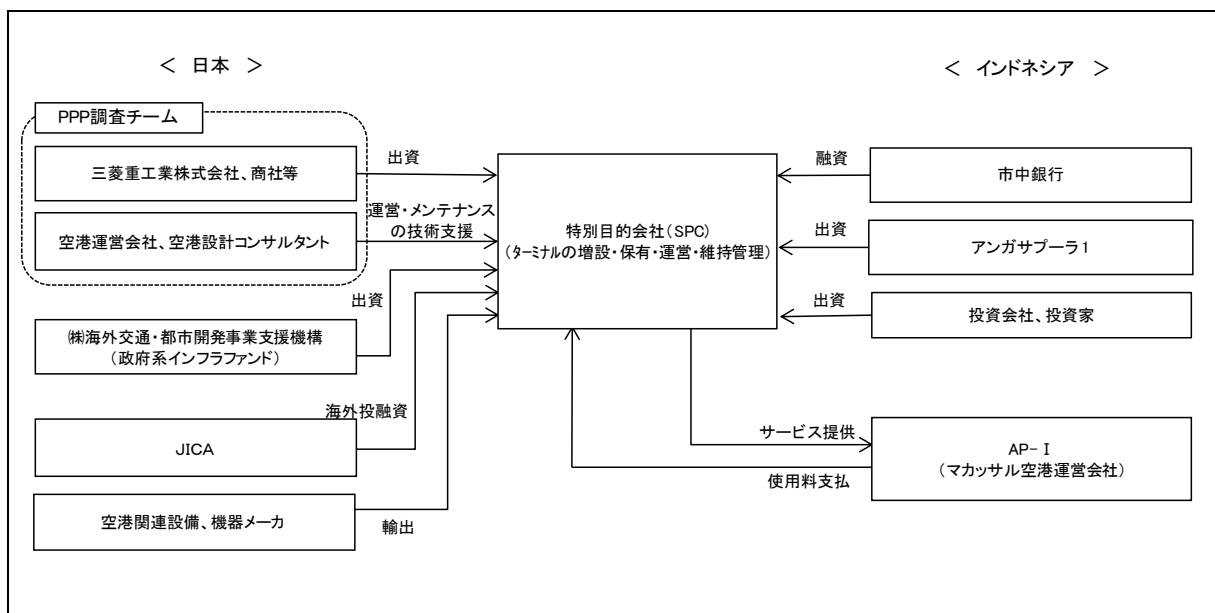
AP-I は独立採算で空港運營業務を実施しており、財務状況に関してインドネシアの標準財務会計 (GAAP) に従った財務会計ガイドラインを発行しているが、旅客数が多いマッカサル空港については近年黒字経営を維持している。

また AP-I は管理空港のターミナル施設の整備を進めており、2014 年 2 月にはスラバヤ空港のターミナル 2、2014 年 3 月にはバリクパパン空港の新旅客ターミナルを開業しており、経営状況、組織体制、財務基盤、実績等も併せ、本事業の実施機関として十分な能力を有していると思われる。

### 2) 想定される我が国企業の参画形態

本空港拡張プロジェクト全体として標準設定している事業スキームは図 0-2 の通り示される。

図 0-2 本プロジェクトの基本事業スキーム



出典：調査団作成

一方、AP-I が独立採算で現マッカサル空港を運営し、独自のマスタープランを計画中であることや、大規模な土木工事が含まれる本事業の規模、また、BB/RH ネットワーク導入という本プロジェクトの特殊性が挙げられる為、円滑な事業推進の為に表 0-4 の通り本事業内でのパッケージ化を検討した。このうち、パッケージ②を日本企業が参画する SPC が主体的に推進する事業と想定している。

表 0-4 事業パッケージ一覧

区分	パッケージ①(上物1)	パッケージ②(上物2)	パッケージ③(下物)
対象資産	旅客ターミナル本館及び付随設備 貨物ターミナル ユーティリティ施設	旅客ターミナルサテライト及び付随設備 ターミナル間連絡システム (地下連絡APM/バス、 地下バゲッジハンドリングシステム等) ユーティリティ施設	拡張エプロン 拡張誘導路 及び付随する設備(誘導灯等) ハイドラント設備 ターミナル間連絡地下道 道路・駐車場
事業方式	AP- I 事業	PPP-BOT	AP- I 事業 もしくは 公共事業
所有権	AP- I	SPC	AP- I
事業主体	AP- I	SPC	AP- I
事業費 ※ (予備費・設計費除く)	16,600億ルピア (166億円)	27,100億ルピア (271億円)	21,200億ルピア (212億円)
備考	・ユーティリティ施設(エネルギーセンター)含む ・航空機整備場は航空会社による整備のため含めず	・ユーティリティ施設(エネルギーセンター)含む ・連絡交通手段(代替含む)はSPCの計画範囲	・地下バゲッジハンドリングシステムはパッケージ②に含む ・ハイドラント設備の運営は現地燃料供給会社が行う
共通備考	・GSE/ランプバス別途 ・予備費・設計費等含まず		

※2015年1月5日時点 1 JPY = 100 IDR

出典：調査団作成

### 3) 資金調達の見通し

資金調達計画として、パッケージ①は海外投融資、パッケージ②は SPC 等からの出資と海外投融資、パッケージ③は AP- I 等からの出資と世界銀行等の国際金融機関、及び市中銀行からの融資で賄うと仮定する。但し、パッケージ③は公共事業として税金を投入する可能性もある。

日本政府は新成長戦略を掲げる中、2012年に JICA による海外投融資を再開し、また、2014年には海外交通・都市開発事業支援機構(JOIN)を設立して、民間企業によるインフラ輸出を積極的に支援する事としている。従い、本プロジェクトの事業計画が十分に検討され、その実現可能性が高いと判断されれば、JICA 海外投融資や JOIN による出資等の支援を得られる可能性は十分にあると言える。

### 4) 今後の課題と必要施策

以上の結果より、本プロジェクト実現の為には、以下の課題が挙げられる。今後、これら課題クリアの為にインドネシア・日本両国ステークホルダー間での調整、及び適切な施策実施を要する。

#### a) AP-I マスタープランとの計画調整

マッカサル空港運営会社である AP- I は、独自にマスタープランを計画している。本プロジェクト内でも AP- I と調整し、BB/RH ネットワークのコンセプトを理解していただいているが、今後、本プロジェクト提案の計画内容、及びスケジュールとの更なる刷り合わせを実施し、統合案を計画することが必要である。

b) 事業内容及びパッケージの詳細検討

表 0-4 に記した事業パッケージに関して、日本主導による事業であるパッケージ②の範囲の明確化とともに、他パッケージの内容調整を実施することで、SPC の事業はもとより、本プロジェクト全体のフィージビリティが高まると考える。

c) 日本国による資金サポート

資金リソースに関しては、民間企業だけではなく日本による多面的な資金サポートが欠かせない。例えば、SPC 設立にあたっては、出資の観点から昨年 10 月に発足した「(株)海外交通・都市開発事業支援機構 (JOIN)」の活用が挙げられる。その投資対象として空港事業が明確に位置づけられている。更には、資金調達先として JICA 海外投融資の活用が想定される。また、インフラ部分の建設にあたっては今後円借款の活用検討余地もあろうかと思われる。

d) 今後の詳細調査

上記に掲げる統合案の作成、実現に向けて、今後より詳細な計画、設計、並びにビジネスモデルの構築が必要となる。この検討の為、JICA による「協力準備調査 (PPP インフラ事業)」制度に応募することを検討している。

## (6) 我が国企業の技術面等での優位性

我が国企業の技術面での優位性として、以下のような項目が挙げられる。

本プロジェクトにおける特殊性として、空港設備やオペレーションに関するノウハウや、またこれらニーズを統合して BB/RH ネットワークを実現させる計画を実施するインテグレーション技術は特筆すべき点である。

- a) BB/RH ネットワーク構築技術、及びマネジメント
- b) 空港関連特殊設備
- c) APM
- d) 環境技術
- e) 建設マネジメント
- f) 空港オペレーション



## (7) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図 0-3 マカッサル空港位置図(1)



図 0-4 マカッサル空港位置図(2)



出典：Google Map より調査団作成

平成 26 年度  
インフラシステム輸出促進調査等事業  
(円借款・民活インフラ案件形成等調査)

インドネシア国・マッカサル環状高速道路事業化調査報告書

平成 27 年 2 月

経 済 産 業 省

新 日 本 有 限 責 任 監 査 法 人

独 立 行 政 法 人 日 本 貿 易 振 興 機 構

委託先：

株式会社 片平エンジニアリング・インターナショナル

西日本高速道路株式会社

日本高速道路インターナショナル株式会社

株式会社 片平エンジニアリング

# 要 約

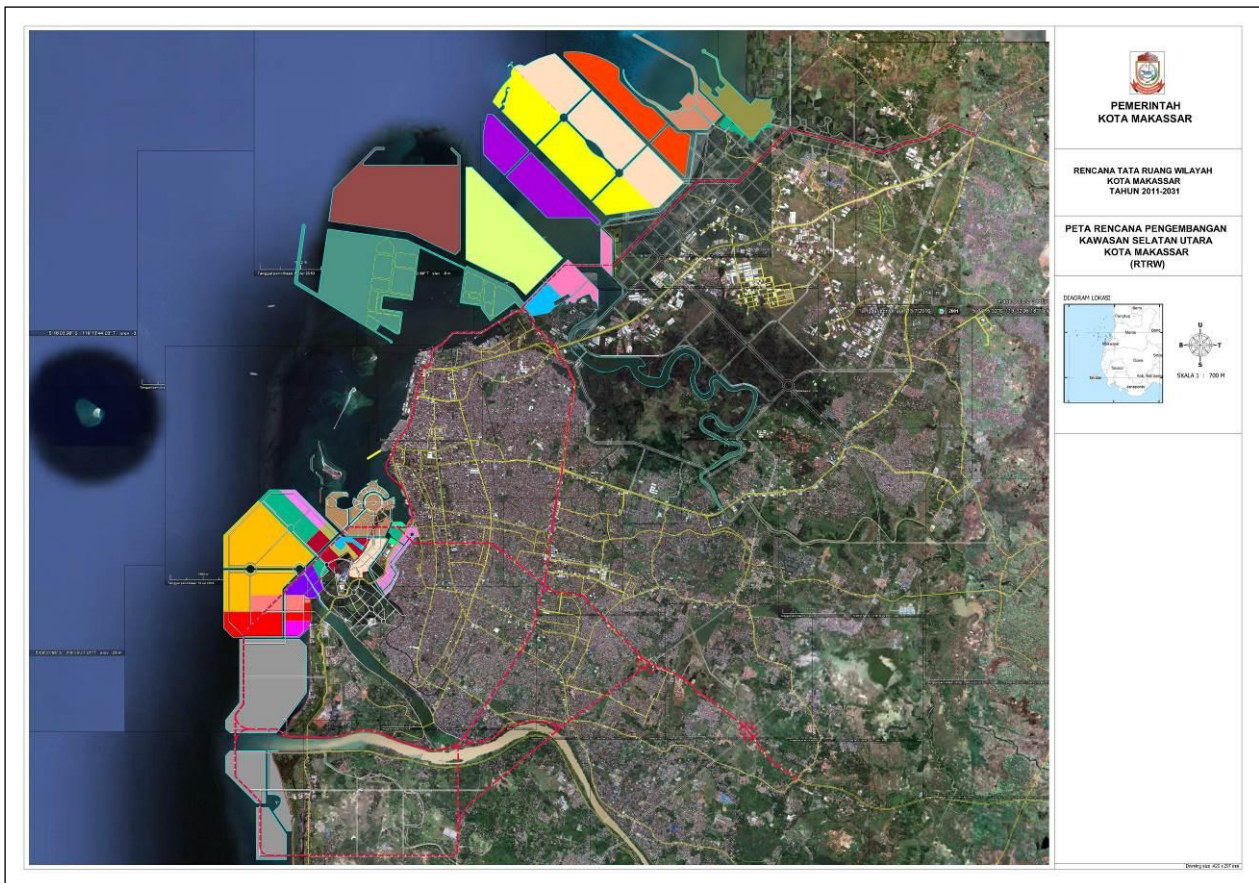
## (1) プロジェクトの背景・必要性等

インドネシアには2004年に策定された20年後を目標年とする国家の長期開発計画（RPJPN）があり、それを受けて5年毎の中期開発計画（RPJMN）が策定されている。現在は中期開発計画の第二次計画期間（2010-2014）である。第二次中期開発計画のビジョンは「繁栄し民主的で公正なインドネシア」である。上記中長期開発計画を念頭に、2011年に経済開発促進・拡大マスタープラン（MP3EI 2011-2025）が策定された。ここでは、1) 6つの経済回廊（スマトラ、ジャワ、カリマンタン、スラウェシ、バリ-ヌサテンガラ、パプア-マルク諸島）の開発を通じた地域経済ポテンシャルの改善、2) 国内地域間および地域内の連結性強化、3) 人材、科学技術の能力向上、を主要戦略としている。

スラウェシ島マカッサル市周辺の道路網については国際協力機構（JICA）が1989年3月「ウジュンパンダン都市圏道路網整備計画調査」、2008年3月「スラウェシ地域開発支援道路計画調査」を実施し、優先的に整備すべき路線を提案している。

2014年に就任した新市長が発表した開発計画を図1に示す。これは2031年の予定計画図であり、2005年の市空間計画と比べると湾岸部に大規模な埋め立てを行い、新しい都市を構築する予定であることがわかる。

図1 マカッサル市空間計画（2031年）



出典：マカッサル市計画2014年策定

マカッサル市では上記の計画を踏まえ、東インドネシアの拠点としての役割を果たすため、以下のことを目指すとしている。

- 1) 新港湾の建設を含めた湾岸地区の埋立・整備開発
- 2) マカッサル市の南北および東西回廊の交通フローの改善
- 3) スマート・エコシティの導入

こうしたことを踏まえ、マカッサル市は市内で最も開発が進んだ北部と現在開発中の南部を結ぶ最重要幹線であるペタラニ通りへの有料高速道路の延伸を行い、さらに開発を実施中の湾岸地区へ延ばす意向を強く持っている。このため市は現有料高速道路の運営管理会社（PT Margautama

Nusantara: MUN 社) と当有料高速道路の延伸に関し協議を行い、MUN 社は協力関係にある西日本高速道路会社に対し共同して事業化調査することを提案し、本調査に至っている。

## (2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

本調査では、本プロジェクトの概要を決定するため、以下の方針で検討を行った。

- 適切な交通需要予測を行うため、2008 年の JICA 調査での交通需要予測を参考にするとともに、2014 年の現況交通量を観測した結果を踏まえ、2008 年の予測を修正し計画交通量を算出する。
- インドネシアの設計基準を参照しかつ事業の経済性を高めるため、安全性を確保しつつ、コスト縮減となるようなルート選定、構造検討を行い、利用者の利便性、料金徴収等の維持管理を考慮してランプ・インターチェンジの位置を選定する。
- 事業の実現性を高めるために、インドネシア内における道路整備事業のレビュー、PPP 案件に関する最新の動向および法制度を踏まえた事業スキーム、料金設定の提案を行う。

## (3) プロジェクトの概要

プロジェクトの概要は以下の通りである。

表 1 事業概要

事業名	インドネシア マカッサル環状高速道路事業	
実施機関	インドネシア・日本の高速道路会社等	
事業内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第一期区間 (4.3 km) および第二期区間 (6.2 km) の有料高速道路 (高架橋・土工区間含む)、インターチェンジ、料金所の設計および建設</li> <li>・ 第一期区間および第二期区間の有料高速道路の運営・維持管理</li> </ul>	
事業総額	建設事業費 (2014 年価格で積算) <b>【第一期区間: 4.3 km 高架構造】</b> ・ 有料道路建設工事費: 1 兆 2,950 億 IDR ・ 用地買収・補償費: 10 億 IDR 計 1 兆 2,960 億 IDR <b>【第二期区間 A 案: 6.2 km 盛土構造、一部高架構造】</b> ・ 有料道路建設工事費: 1 兆 5,400 億 IDR ・ 用地買収・補償費: 3 兆 4,080 億 IDR 計 4 兆 9,480 億 IDR 合計 6 兆 2,440 億 IDR 日本円換算 594 億円 (為替レート 1 円=105IDR 2014 年 11 月のレート) 年間運営維持管理費 <b>【第一期区間: 4.3 km】</b> 2023 年 320 億 IDR/年 <b>【第一・二期区間: 10.5km】</b> 2028 年 1,090 億 IDR/年	
予備的な財務分析結果 および想定される事業形態	<b>【第一期区間】</b> 既存高速道路 (BMN) の延伸として提案する。 BMN と料金プールを実施すると、BOT <sup>1</sup> 事業として成立する。 通行料金 700 IDR/km 1,000 IDR/km Project IRR 18.6% 20.0% DSCR (最低値) 1.4 1.6 <b>【第二期区間】</b> 用地買収・補償費および VGF (建設工事費の 50%) をインドネシア政府が負担した場合、A 案 B 案の各数値は以下の通りである。 A 案 B 案 通行料金 1,100 IDR/km 1,400 IDR/km	

<sup>1</sup> BOT: 総事業費を SPC が負担し、SPC が料金収入を得るスキーム

	<table border="0"> <tr> <td>Project IRR</td> <td>16.0%</td> <td>16.1%</td> </tr> <tr> <td>DSCR (最低値)</td> <td>1.1</td> <td>1.2</td> </tr> </table> <p>A 案は通行料金 1,100 IDR/km で SBOT<sup>2</sup>事業として成立する。感度分析によれば、建設費を 10%程度低減できれば支払許容値の通行料金 1,000 IDR/km での運営が可能となる。</p> <p>B 案の場合、A 案と同じ条件（用地買収・補償費および建設工事費の 50%をインドネシア政府負担）で Project IRR が 16%を超えるためには、通行料金を IDR 1,400/km とする必要がある、支払許容値を大幅に超えるため SBOT として成立しない。</p>	Project IRR	16.0%	16.1%	DSCR (最低値)	1.1	1.2
Project IRR	16.0%	16.1%					
DSCR (最低値)	1.1	1.2					
資金調達	第一期区間の全額および第二期区間建設工事費 50%（用地買収・補償費と建設工事費の 50%はインドネシア政府負担）の合計の内、70%を JICA 海外投融資（融資）で調達し、30%を民間投資とする。						
予備的な経済分析結果	<p>経済分析結果は以下の通りである。</p> <p>第一期区間および第二期区間 A 案</p> <table border="0"> <tr> <td>正味現在価値：NPV</td> <td>1 兆 7,104 億 IDR</td> </tr> <tr> <td>経済的内部収益率：EIRR</td> <td>20.1%</td> </tr> <tr> <td>便益・費用比率：BCR</td> <td>1.9</td> </tr> </table> <p>プロジェクトの経済分析の結果である NPV が正の値であり、EIRR が 12%以上且つ BCR が 1.0 以上であれば、経済的観点から妥当であるといえる。</p> <p>本プロジェクトの NPV は 1 兆 7,104 億 IDR、EIRR は 20.1%、BCR は 1.9 という分析結果のため、本プロジェクトは経済的観点から妥当である。</p>	正味現在価値：NPV	1 兆 7,104 億 IDR	経済的内部収益率：EIRR	20.1%	便益・費用比率：BCR	1.9
正味現在価値：NPV	1 兆 7,104 億 IDR						
経済的内部収益率：EIRR	20.1%						
便益・費用比率：BCR	1.9						
環境社会的側面の検討	<p>マカッサル市内では、交通渋滞の増加により主要道路沿道の大気汚染や騒音環境が悪化しつつある。本プロジェクトの実施によって交通渋滞が緩和されることにより、大気汚染の低減や温室効果ガス削減の効果が期待される。</p> <p>本プロジェクトは、都市周辺の道路事業であり、周辺環境に著しい負の影響を与えることはないと考えられる。しかし、建設中および供用時に大気汚染や騒音振動などの環境影響を及ぼすことが考えられることから、今後、EIA を通して環境配慮を行うことが必要である。なお、本プロジェクトは、インドネシアの EIA 制度である AMDAL に該当するプロジェクトとなる見通しであり、本制度を通して開発許可を受ける必要がある。</p> <p>また、本プロジェクトの実施にあたっては、用地取得（第二期区間）が必要であり、住民移転が発生する見込みである。住民移転計画（RAP）の作成を通して被影響住民に対する配慮が必要である。</p>						

出典：調査団作成

#### (4) 実施スケジュール

想定した実施スケジュールを図 2 に示す。以下に実施スケジュール作成上の要点を述べる。

- 第一期区間は土地買収が不要のため、早期の建設が可能である。
- 第二期区間は土地買収・住民移転が膨大であり、建設着手までに時間を要する。
- したがって第一期区間と第二期区間の PPP 申請を別々に行う。このため第一期区間の開通は 2023 年、第二期区間は 2028 年となる。

図 2 実施スケジュール

<sup>2</sup> SBOT：用地取得・補償費および建設費の一部を政府が負担し、それ以外の事業費を SPC が負担し、SPC が料金収入を得るスキーム

項目	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1 経産省 本調査(PPP事業化調査)		■														
2 JICA PPPインフラ事業 協力準備調査		■	■	■												
a) 第一期区間		■	■	■												
b) 第二期区間			■	■	■											
3 第一期区間 高速道路(4.3 km)																
a) 公共事業者 / 国家開発企画庁への申請		■	■	■												
b) 土地取得・住民移転			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
c) BPJTによる審査 / SPC 入札			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
d) 詳細設計・業者選定				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
e) 建設工事						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
f) 運営・維持管理										■	■	■	■	■	■	■
4 第二期区間 高速道路(6.2/3.8 km)																
a) 公共事業者 / 国家開発企画庁への申請					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
b) 土地取得・住民移転						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
c) SPC 入札						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
d) 詳細設計・業者選定							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
e) 建設工事										■	■	■	■	■	■	■
f) 運営・維持管理																■

出典：調査団作成

## (5) 実施に関するフィージビリティ

第一期区間および第二期区間について、フィージビリティの有無と理由および必要な施策を記載する。

### 【第一期区間】

- 通行料金を IDR 700/km(現行マカッサルでの通行料金)に設定し、全事業費を特別目的会社 (SPC) が負担した場合、Project IRR は 4.5%と低く、BOT の評価基準とされる 16%に達しておらず、BOT 事業として財務的に成立しない。通行料金を IDR 1,000/km(バリ島での通行料金、支払許容最大金額)としても、全事業費を SPC が負担した場合、Project IRR は 7.9%と低く、BOT の評価基準とされる 16%に達しておらず、BOT 事業として財務的に成立しない。
- 既存高速道路 (BMN) と料金プール<sup>3</sup>を実施した場合、通行料金 IDR 700/km としても Project IRR は 18.6%で、BOT の評価基準とされる 16%を超える。さらに最小 DSCR も 1.4 と基準である 1.2 を超えており、BOT 事業として財務的に妥当である。通行料金を IDR 1,000/km とすると、Project IRR は 20.0%となり最少 DSCR も 1.6 となる。
- 料金プール制については、中央政府と既存 SPC の契約内容修正も含め協議を行い、承認されることが必要となる。

### 【第二期区間】

- A 案について通行料金を IDR 700/kmに設定し、全事業費を SPC が負担した場合、Project IRR は 1.0%と低く、BOT の評価基準とされる 16%に達しておらず、BOT 事業として財務的に成立しない。通行料金を IDR 1,000/km としても、Project IRR は 3.2%と低く、BOT の評価基準とされる 16%に達しておらず、BOT 事業として財務的に成立しない。
- A 案について土地取得費・補償費および建設工事費 (建設工事費全体の 50%) をインドネシア政府が負担し、残りの事業費を SPC が負担した場合、通行料金を IDR 1,100/km とすると Project IRR は 16%となり、SBOT の評価基準を満たす。なお、DSCR の最小値が 1.1 と基準の 1.2 より低い。

<sup>3</sup> 既存有料道路 (BMN) と第一期区間の料金収入を合わせて、一つの道路として運営すること。

BMN は今後大規模な資本的支出が発生せず、2018 年に負債を返済し終わるため、キャッシュに余裕があり、第一期区間と一つのプロジェクトとすることで、第一期区間への補填が可能になる。なお、料金プール制の採用に際し、2028 年で終了する BMN のコンセッション期間を 2052 年まで延長する想定にしている。

1.0を下回る事業年はないため財務的に成立しうる。

今後の調査において建設事業費を低減し、通行料金 IDR 1,000/km で成立させることが必要となる。

- B案について同条件で Project IRR を16%以上にするためには、通行料金を IDR 1,400/km とする必要があり、支払許容額を超えているため事業として成立しない。

## (6) 我が国企業の技術面での優位性

日本の高速道路会社（NEXCO）は、日本において50年を超える高速道路の建設・維持管理経験を持ち、そこで培った技術やノウハウは、インドネシアの道路事業関係者からも評価を得ており、それらを活用した、同国が抱えている課題、または今後発生するであろう課題の解決のための貢献を期待されている。

例えば、インドネシアでは、過積載に起因する舗装の損傷が顕著である。NEXCO が日本の高速道路で実施している車両重量測定装置を用いたり高速道路入口での検問を行う過積載対策を参考にすることも求められているものの一つである。

我が国企業の技術面の優位性を高速道路の建設、維持補修およびプレキャスト・コンクリート部材等の製作の観点から以下に記載する。

### 1) 高速道路の建設

日本の高速道路会社（NEXCO）は、計画から調査・設計、用地取得や建設工事費の積算・発注・監督について、一部は外部に委託するものの大半をインハウスエンジニアが独自で行う。このため、工事箇所の周辺環境から工事中の状況を一連の状況として把握でき、後の管理段階における業務の効率化に繋がっている。以下の各分野は本プロジェクトの分野と共通であり、NEXCO の保有技術を活用できる。

#### a) 橋梁

橋梁の建設にあたっては、様々な架橋条件に適切に配慮すべく技術開発を進めてきた。その特徴は、連続化の推進、上路形式の採用、コスト意識、施工性への配慮、景観への配慮、維持管理からのフィードバックなどである。

#### b) 舗装

高機能舗装は、水はね防止効果に加えて、騒音低減効果があることから、利用者サービスを考慮して、1998年1月以降 NEXCO における表層工の標準工種としている。

#### c) 土工

NEXCO は山間部を建設する場合の斜面の安定や、湾岸部や河川近傍に建設する場合の軟弱地盤対策などの施工を行ってきた。近年は、盛土の施工において RI 計器を導入し所定の品質確保を行えるよう改善を図っている。

#### d) 品質・安全管理

NEXCO は、所定の工期内で欠陥のない構造物を作るためには、補修等でライフサイクルコストの増大を招かない品質管理と建設現場における事故防止および事故による工事中断や開通時期が遅れないような安全管理が必須であることを認識しており、これらを的確に行っている。

### 2) 高速道路の維持補修

安全・安心・快適な状態で、長期間にわたり利用してもらえよう、NEXCO は詳細点検等を効率的に実施しながら、点検結果に応じて適切な補修・補強を行っている。

#### a) 点検

道路の異常を早期に発見し、安全で快適な走行環境を確保して、利用者への被害を未然に防止するため、路面・のり面・橋梁などの道路構造物や、施設設備などの点検を日常的かつ定期的の実施している。

#### b) 維持補修

常に、安全・安心・快適な道路空間を提供するため、点検で発見した補修が必要な箇所について、対象構造物毎に損傷程度、損傷原因、交差物の重要性を勘案し、第三者被害防止のために、効率的かつ効果的な補修を実施している。

#### c) ITS の活用

ITS は高度道路交通システムであり、人と車と道路を IT によって情報化し、事故を減らして安全性を高め、渋滞の解消などで円滑化し、移動しやすくして便利且つ快適にし、さらに



CO<sub>2</sub>の排出量を減らして環境負荷を減らすなどの効果があり、NEXCOではETC（電子料金収受システム）や各種情報版等の安全走行支援のための情報収集・提供機器に活用している。

### 3) プレキャスト・コンクリート部材製作

#### a) 高架橋桁材

ジャカルタ市内の大規模インフラ事業では、日系企業が製作しているPCプレキャスト部材（橋桁等）の活用が拡大している。現地工場へのヒアリングを行い、マカッサルにおける当該高速道路が高架構造になる場合は本企業の製品の活用可能性が十分ある。

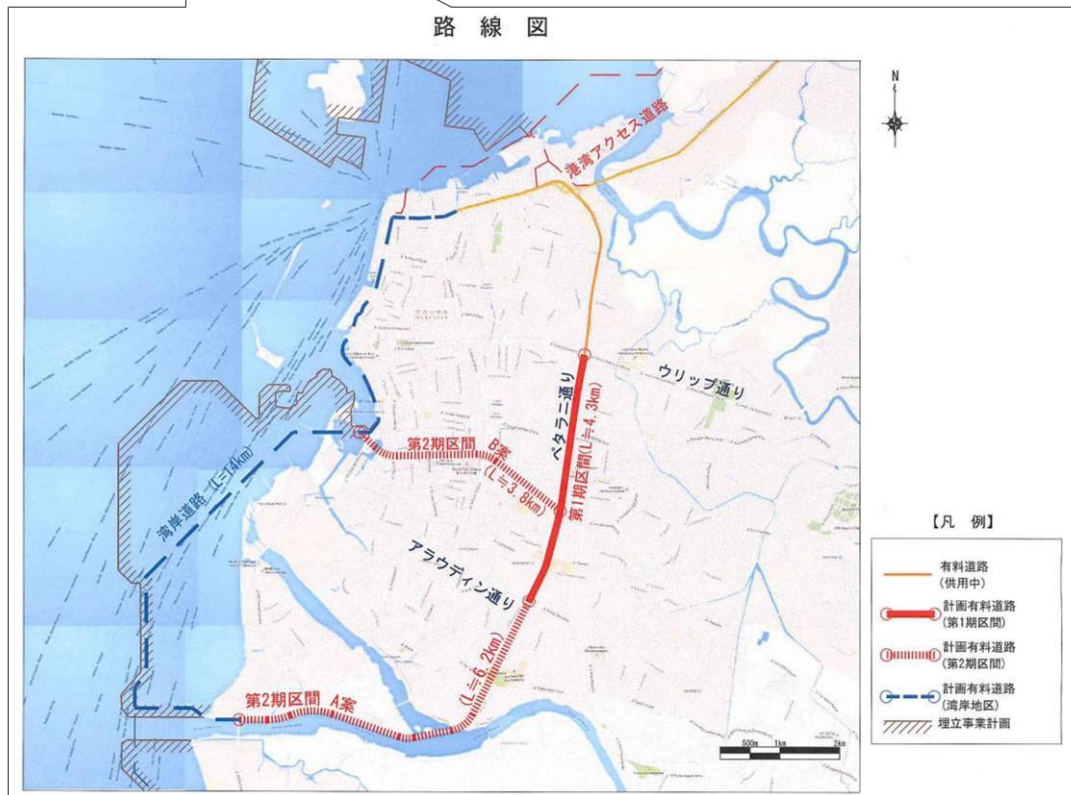
#### b) その他プレキャスト・コンクリート部材

マカッサル市近郊の工業団地に、日本のプレキャスト・コンクリート会社が工場を新設する計画があり、橋桁以外のプレキャスト部材を本プロジェクトに活用することが可能である。

## (7) 調査対象国内での事業実施地点

図3にプロジェクト地図を示す。

図3 プロジェクト地図



出典：調査団作成

平成 26 年度  
インフラシステム輸出促進調査等事業  
(円借款・民活インフラ案件形成等調査)

ベトナム・ハナム省モックバック浄水場整備事業調査

平成 27 年 2 月

経 済 産 業 省  
新 本 有 限 責 任 監 査 法 人  
独 立 行 政 法 人 日 本 貿 易 振 興 機 構

委託先：  
鹿島建設株式会社

要約

## (1) プロジェクトの背景・必要性等

ベトナム社会主義共和国(以下ベトナム)北部地域はハノイ市を中心とした開発が進んでいたが、人件費の増加等の様々な要因により、ハノイ市周辺の都市に次の投資先として期待が高まっており、ハノイ市の南に位置し、地理的優位点を持つハナム省も新たな投資先として注目を集めている。また同省内にはジャパンデスクが設置され、広島県との覚書を締結する等日本との関わりも深く、日系企業に対し非常に好意的であるため、同省は日系企業の進出先として非常に高いポテンショナルを持っている。現在ハナム省では、新規の日本企業専用工業団地であるドンバンⅢの建設、新しい国立大学・国立病院の建設等が国の決定として進められているが、こうした急激な産業の発展に伴い同省の水インフラは次の問題を抱えている。

- 既存施設の給水能力の限界
- 原水汚染による水道水質の悪化
- 地下水の利用による地盤沈下への懸念
- 工業団地への供給力不足

ハナム省は安価な労働力・地価と恵まれた交通インフラを有し、今後の産業発展も含め注目される省といえるが、水インフラの問題は大きな課題の一つとなっており、今後日本企業を誘致していくためには、水インフラの量的・質的な改善が急務である。

そのため、省はこの水インフラの諸問題に対して、表流水への転換による解決を図るとしており、特にハナム省全体の給水事業に関しては、ハナム省上水道整備計画“Planning on orientation to supply clean water in Ha Nam Province by 2030”にて詳細に計画が策定されており、その中において本事業は豊富な水量を有する紅河を水源とした省最大の浄水場としての位置づけがなされている。

このプロジェクトを通じて、ベトナム国政府が策定した「2025年までのベトナム国の都市と工業団地給水開発動向及び2025年までの指針」ならびにハナム省のマスタープラン等上位計画で策定された水道事業整備計画の目標達成に貢献し、ハナム省の健全で持続的な発展に寄与するだけでなく、日系企業進出による我が国の経済効果拡大とベトナム国における水インフラ事業ノウハウの蓄積を同時に目指している。また質の高い浄水場を建設することでハナム省工業団地に進出する日系企業の事業環境改善にも寄与するものである。

## (2) プロジェクト内容決定に関する基本方針

本調査は、事業実施者の観点から、建設のみならず完工後の運営までを民間事業として実施することを前提として実施する。本調査は、全体事業性調査の初期の段階であること、ダナン市での上水 PPP 事業の事業性調査を活用すること等を考慮して、以下の基本方針で現地調査を実施する。

- 技術的検討を先行し、ハナム省側との信頼関係を醸成する。
- 外国での公共サービス部門での長期事業であるため、地元企業との協力は不可欠である。事業に協力可能な地元企業の発掘・検討をしっかりと行う。
- 事業リスクに関しては、具体的な事業計画が策定される段階以前では、パブリックセクターとの率直な議論は難しいため、本調査では、関連リスクの洗出しと、PPP 事業において公共側の負担すべきリスクについて、ハナム省の理解が得られるよう努力する。

- 将来のリスク分担や負担、施設設計に大きな影響を及ぼす技術検討事項を中心に検討する。たとえば、取水地点・原水水質や水量などの検討である。
- 要求仕様・地元の水供給現状・市場の期待・経済性をバランスさせ、技術的に譲歩可能な事項に対しては柔軟に対処し、ハナム省で最適な浄水処理方法を検討する。

### (3) プロジェクトの概要

#### 1) プロジェクトの目的

本プロジェクトは、質・量共に多くの課題を抱えているハナム省の上水事業の問題を解決するために、新設のモックバック浄水場を建設し同省の抱える上水事業の問題を解決することを目的とし、また日本企業が主体的に参画することで、日本企業が持つ長期安定型の水道技術を売り込み水道システムインフラの輸出促進を目標とする。

#### 2) 事業概要

本プロジェクトでは、PPP 方式により水インフラ事業への日本企業による主体的な参画及び日本企業向け工業団地の事業環境改善の実現を目的として、日本企業を中心とした SPC を立ち上げ、ハナム省のモックバック浄水場の設計・施工から管理・運営までを行うものである。

#### 3) 事業種別

モックバック浄水場および紅河取水場の新設（水道水および工業用水）

#### 4) プロジェクトの規模・仕様

- モックバック浄水場 計画浄水量 60,000m<sup>3</sup>/日
- 紅河取水場 計画取水量 66,000m<sup>3</sup>/日

浄水方式、取水方式については本調査において比較検討を行って選定を行う。

#### 5) 概算事業費

総事業費 約 100 億円

#### 6) 予備的な財務・経済分析の結果概要

##### a) 可能な資金調達計画

本件における資金調達先としては、事業対象地がベトナムであることを考慮すると、ベトナム地場金融機関、国際民間金融機関、輸出信用機関、ADB、JICA などが挙げられる。実現性などを検討した結果、現時点で最も実現可能性の高い資金調達先は、JICA である。但し、融資が、現地金融機関を通じて SPC に対して行われる、いわゆる 2 ステップローンの形態を取ると、経由銀行となる現地金融機関のローン金利が追加で発生し、合計の借入金金利負担が過大となってプロジェクトの採算性に大きく影響するため、ローンは SPC に対する直接融資の形態で実行されることが必要であると考えられる。

b) 為替レート

必要な為替レートとしては、以下のレートを仮定した。

1 USD=21,388 VND

1 USD=119.50 JPY

c) 対象国内の都市水道料金

事業性を検討するうえでは、現行のベトナムにおける水道料金や料金改定計画を把握することも重要である。

ベトナムでは、水道料金の改定は地方自治体の人民委員会が権限を持っている。一方、今日まで、公共料金である水道料金は低く設定されており、初期投資や運転費用をまかなうことが難しく、自治体からの補助金で運営されている状況である。この危機的な公共サービス部門の財務状況を改善するために、中央政府は法令（Decree on No. 117/2007/ND-CP）を公布し、フルコストリカバリーできる料金設定を要求している。

このような状況のもと、ハナム省の水道料金は、2014年現在以下の通りである。

VND 5,700 /m<sup>3</sup> for domestic use

VND 5,700 /m<sup>3</sup> for Nam Cao University area

VND 11,500 /m<sup>3</sup> for factories in industrial zones

d) 事業実施可能な財務分析前提条件

本事業は、浄水場で製造した上水を、配水サービスを行う会社に売却するものである。事業の財務分析としては、基本的に、事業実施可能な条件を設定し、その場合の上水売却料金を評価した。主な事業実施可能な設定条件は、以下の通りである。

表1 事業実施が可能な収益条件

プロジェクト形式	20年間のBOT
出資／借入比率	30%/70%
プロジェクトIRR	10.5%
最低DSCR	1.95倍
平均DSCR	2.30倍
LLCR	2.38倍

e) 事業の財務分析結果概要

上記の前提条件および第9章の条件の下、キャッシュフローを計算した結果、事業開始時（2020年7月）の上水売却料金はVND 11,040となった。c)に示したハナム省の水道料金が、設定したインフレ率5%で上昇すると仮定すると、その水道料金はVND10,617となる。

f) 事業の社会への経済的波及効果概要

本調査では、一般均衡モデルによる評価は、限られた情報収集では誤差が大きくなる可能性があ

ること、プロジェクトの規模が小さくプロジェクトが社会全体に与える影響が限定されること、波及効果の及ぶ項目が比較的限定的で選定しやすいことなどの理由から、個別計測法で経済的内部収益率を評価する。

一方で、本事業は、民間事業者による上水供給という公共サービス分野での長期に亘る事業である。民間事業においては、採算的事業実現性の評価が最重要となる。この採算的事業実現性の評価は、建設費用や運営費用のほか、社会発展に関連した将来の上水需要や対象地域社会が負担可能な現実的な水道料金など、公共サービス分野での事業であるがゆえに、本事業による社会的経済波及効果を前提とすることになる。

従って、事業の財務状況が良好である場合には、必然的に高い経済波及効果が見込まれる。また、事業採算性が悪い場合には、経済性波及効果があっても民間セクターによる事業は実現しない。そこで、一般 ODA 事業の重要性や優先度を決定するための社会的経済波及効果については、定性的な評価を行うこととする。

本プロジェクトによって影響を受けると予想される項目は、以下のとおりである。

- a 工業団地に立地する工場への良質な上水供給
- b 工場立地や大学立地への良質な上水供給による宣伝効果・促進
- c 水道サービスのない住民への良質な上水供給
- d 地下水を原水としている現時点での上水供給の停止
- e 新規浄水場の排水及び汚泥処理による環境改善
- f 雇用機会増加

## 7) 環境社会的側面の検討

ベトナム国における環境社会配慮関連法規において、ベトナムの環境関連法の基本となっているのは新環境保護法 Law on Environmental Protection, No. 55/2014/QH13, dated June 23, 2014 である。また、住民移転及び用地取得に係る法規として、Law on Land No. 45/2013/QH13 dated November 29, 2013 がある。

本プロジェクトを実施することにより、下記に述べるような環境改善効果が期待される。

- ① ハナム省における地下水のヒ素汚染と過剰揚水に対して、水源を地下水から表流水に転換することによる解決が図られる。
- ② 現在水道水が供給されていない地域では、住民は井戸水や雨水をろ過または煮沸して利用している。そのため、現状水道水が供給されていない家庭に対し安全な水を供給することにより、市民の健康増進に寄与する。
- ③ 良質で安定的な工業用水が供給されることにより、工業団地の事業環境が改善される。

上水施設の建設時における工事中的環境影響（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）の発生に対しては、適切な対応策によって緩和・低減することが十分可能である。

本プロジェクトの水源は、紅河である。一般的には取水による河川への影響を検討することが必要であるが、本プロジェクトの計画取水量である 1.53m<sup>3</sup>/s に対して、紅河の河川の濁水流量は 440m<sup>3</sup>/s と非常に豊富であるため、取水が河川に及ぼす影響はないと考えられる。したがって、下流域の住民の水利用への影響はないものといえる。



また、建設用地についても、すでに人民委員会が取得済みであり、家屋は無く人は住んでいない事から、非自発的住民移転、また雇用や生計手段等の地域経済への影響等も発生しない。

#### (4) 実施スケジュール

本調査完了後、2015年度に詳細なフィージビリティスタディが行われる前提で、下記の事業スケジュールを想定している。事業権交渉やPPP/BOT契約等を経て、2022年度からの運営開始を想定している。

表2 実施スケジュール

活動項目	2014				2015				2016				2017				2018				2019				2020				2021	・・・	2040
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
モック バック浄 水場事業	本調査 6か月																														
	JICA FS 1年																														
	優先交渉権																														
	事業権交渉・ 取得 6か月																														
	PPP/BOT契約																														
	水売買契約																														
	SPC設立 3か月																														
	海外投融資 協議 6か月																														
	海外投融資 締結																														
	詳細設計 6か月																														
	環境影響評価1 年																														
	浄水場建設 3年																														
	運営維持管理 20年間																														
	配水管網整備完了																														

出典：調査団作成

#### (5) 実施に関するフィージビリティ

本調査により、事業実現性に関して以下のような結果を得た。

#### 1) 上水施設の必要性

ハナム省には、本事業に関する計画があり、社会発展とともに上水施設整備が必要であることは確認された。一方、本事業の給水対象地域・施設の水需要に関しては、FS チームが確実に見込まれると予測する需要（約 4 万 m<sup>3</sup>/日）とハナム省が予測する需要（約 6 万 m<sup>3</sup>/日）に差があった。

#### 2) 事業用地の準備

浄水場に関しては、住民移転も完了しており、用地の準備は完了している。また、取水施設については、ハナム省が想定していた場所とは異なる地点が適切との結論であるが、ハナム省側からは、新しい地点も基本的には問題ないとの確認を得ている。

#### 3) 技術的実現性

ホン川の水質を分析検討し、一般的な処理方法で問題ないことを確認した。これらの処理施設は、ハナム省が準備している浄水場用地に立地可能である。ただし、最終的な施設設計には、長期の水質調査が必要である。

#### 4) 周辺設備の必要性

本事業は、原水を取水し、導水管で浄水場に送水し、浄水場で生産した上水を、配水サービス会社に売却することである。従って、本事業が実現するためには、配水管網の建設と配水サービスを実施する会社の存在が、必須条件となる。今後、ODA による支援も含めて、検討しなければならない。

#### 5) 上水売却料金の妥当性

事業の財務分析結果、事業開始時（2020 年 7 月）の上水売却料金は VND 11,040 となった。この料金の妥当性に関しては、現行のハナム省の水道料金・本事業の事業費評価・本事業の業務範囲などから評価し、事業者とハナム省が更なる協議を継続することが重要である。なお、ハナム省の水道料金は、設定したインフレ率 5%で上昇すると仮定すると、2020 年 7 月には VND10,617 となる。

#### 6) 事業スケジュール

順調に事業形成と手続きが進行すれば、2020 年度に運転開始となる。ただし、ハナム省は、さらに早期の運転開始を要望している。どのように事業化を迅速化させるかについて、今後もハナム省と継続的な協議が必要である。

#### 7) 結論

上記のとおり、事業実現性はかなり高いと思われる。ただし、上記各項目には課題もあり、ハナム省と本 FS 結果を合意した後に、詳細な事業性検討を行うことが必要である。

### (6) 我が国企業の技術面等での優位性

本事業は PPP または BOT 事業による事業実施体制を想定しており、その場合、本提案法人を主体とし

た SPC が EPC 業者を選定することとなる。本邦水道関連企業が提供している、高信頼・高精度・長寿命の機器は日本型水供給システムの高信頼性を支えており、競合国に対してこの技術面での優位性を発揮することができる。一方、PPP 事業においては初期投資コストを極力低減する目的から、価格競争力が弱いとされる日本の機器は採用しづらい側面もある。

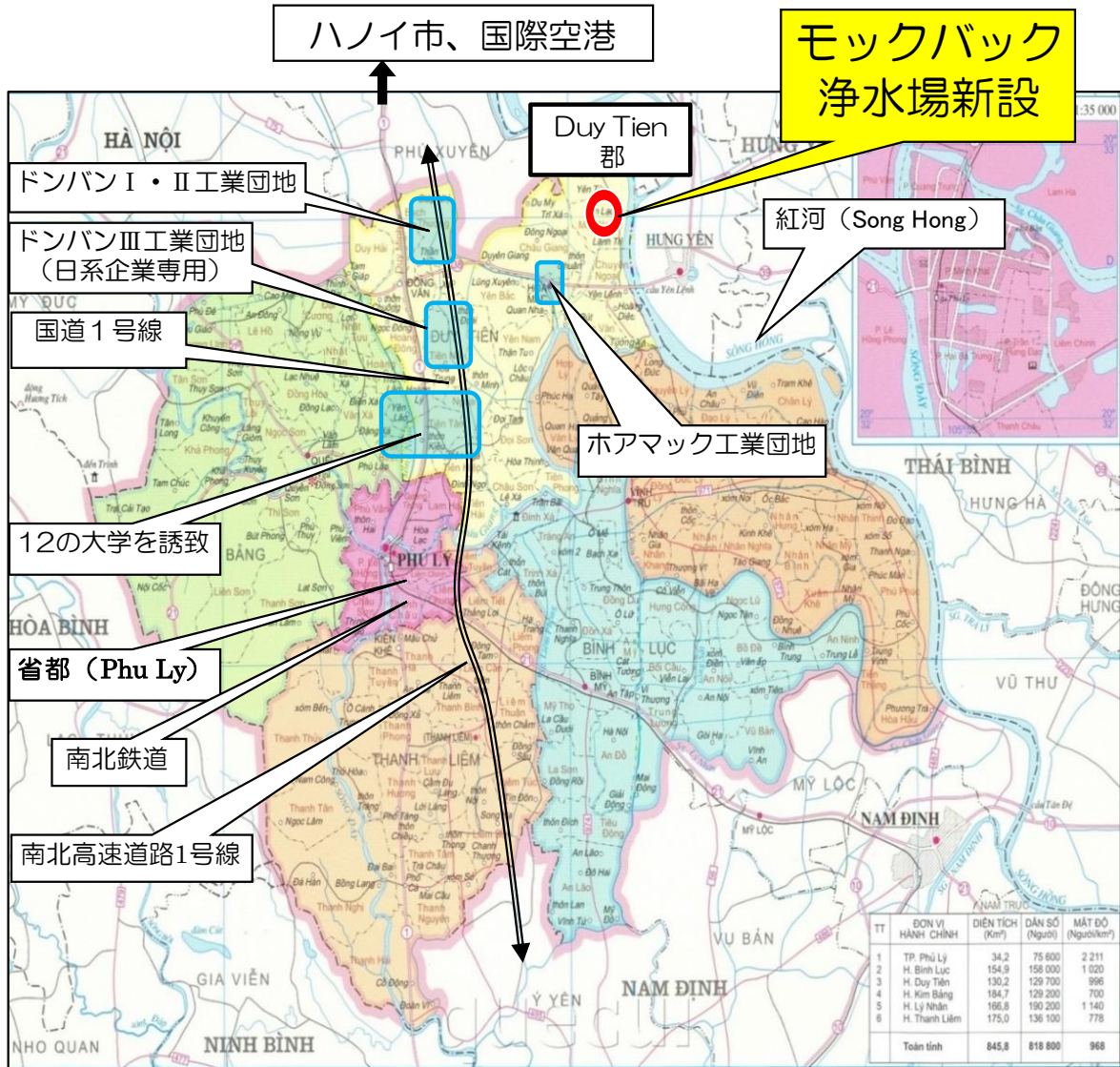
しかし、これはあくまでも初期投資だけを勘案した場合であり、20 年の長期に亘って管理・運営を行う本事業においては、イニシャルコストだけではなく、ライフサイクルコストを含めた比較による機器選定が重要となる。ベトナム国の他浄水場の実績を勘案すると、浄水場の運転に必要な電気代は運転維持管理費の約 50%になるものと想定されるため、省エネ効果の高い日本製品の導入可能性は高いと考えられる。かつ、耐用年数の長い日本製品の採用についてイニシャルコストとランニングコスト（電気代・修繕費用・機器交換費用）を合わせたコストを総合的に比較検討し、SPC として日本の機器を採用しながら事業の採算性を確保することも可能であると考えている。特に、本調査においては、国内で稼働している浄水場の設備機器の実態寿命について調査を行ったが、調査からは適切なメンテナンスを行うことにより耐用年数よりはるかに長く使用されていることも分かり、さらなるトータルコストの削減が望めるものとする。

浄水場の運営にあたっては、日本の強みである安全で安定的な水供給事業の運営ノウハウに加え、民間ノウハウを活用した効率的な運営手法の導入を図り、これにより維持管理にかかる費用を削減することが、事業採算性の確保に不可欠である。国内において進みつつある水道事業における官民連携により効率的な運営手法の導入は、本 PPP 事業の事業採算性に貢献し得るものと期待される。

## (7) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

以下の図1に事業実施点を示す。

図1 事業実施点図



出典: 調査団作成



平成 26 年度  
インフラシステム輸出促進調査等事業  
(円借款・民活インフラ案件形成等調査)

インド：ビハール州マハトマガンジー橋再生計画調査報告書

平成 27 年 2 月

経 済 産 業 省

新日本有限責任監査法人

独立行政法人日本貿易振興機構

委託先：

J F E エンジニアリング株式会社

株式会社オリエンタルコンサルタンツ

東日本高速道路株式会社

# 要 約

## (1) プロジェクトの背景・必要性等

### 1) 地域の社会・経済及び道路交通の状況

マハトマガンジー橋が位置するビハール州はインドで最貧州の一つだが、近年の経済成長は著しいものがある。この地域経済活動の活発化に伴い、遅れていた州内の幹線道路整備も進む一方、自動車登録台数はこの5年間で3倍となっている。他方、ビハール州はネパール及びブータンからインドへの交易ルート上にあり、活発化すると予想される域内貿易に対応する為の南北間の道路整備も進められている。この中で、マハトマガンジー橋が架かるパトナ市は、ビハール州の州都であり、同州の経済活動の中心であると共に、南北交通の重要結節点でもある。

図 ES-1 ビハール州の行政区分



出典：National Disaster Management Authority Home Page

出典：ビハール州道路開発公社

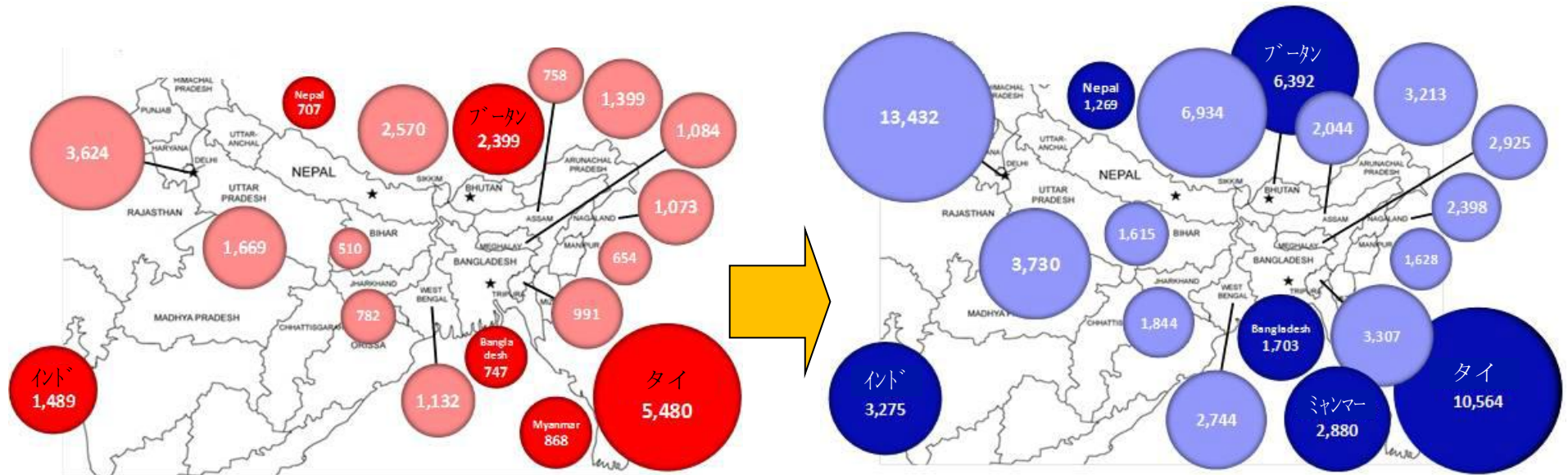
### 2) 隣接国であるネパール・ブータンとの地域間交易状況と今後の見通し

JICA が 2014 年に実施した「Data Collection Survey on Transport Infrastructure Development for Regional Connectivity in and around South Asia」(以下、「JICA 調査」) に拠ると 2011 年・2012 年においてネパールの輸出の 69% はインド向けであり、内、65% が陸路を通じて行われている。主たる輸出品は農産物である。又、ブータンの対インド輸出力は同国全体の輸出力の 76% を占め、主たる輸出品はフェローシリコンなどの鉱産物及びディスク、鉄鋼製品等工業製品である。

他方、インドからネパール、ブータンへの輸出がインド全体の輸出に占める割合は夫々 0.8%、0.1% でしかないが、両国においてはインドが最大輸入相手国となっている。JICA 調査は図 ES-2 に示す通り、2030 年までに地域経済が大幅に成長し、本橋が位置するビハール州は一人当たりの GDP が約 3 倍、又、ネパールは 1.8 倍、ブータンは 2.6 倍になると予想している。この経済成長に伴い、特に工業と貿易が伸張する。地域の経済成長率は 150% を越え、地域間の物流網が発展、地域の物流は金額ベースで 350% を超えるものとしている。



図 ES-2 2012 年及び 2030 年における地域の GDP 予想



出典：JICA 調査

### 3) マハトマガンジー橋の周辺の橋

#### a) 既設橋梁

現在、ビハール州におけるガンジス川渡河橋梁はマハトマガンジー橋以外に図 ES-4 の既設橋①で示すラジェンドラ橋 (Rajendra Setu) 及び図 ES-4 の範囲外にあるビクラムシラ橋 (Vikramshila Setu) の2橋が有る。

#### b) 現在建設中の橋梁

現在、次の4つの鉄道・道路併用橋或いは道路橋が建設中で2015～2017年に完成予定である。

- 1) 図 ES-4 の範囲外にあるムンゲールガンジス橋 (Munger Ganga Setu)
- 2) デグハ鉄道・道路橋 (Degha Rail-Road Bridge) (図 ES-4 の①)
- 3) ベイクティーヤープール (Bakhtiyarpur) カルジャン (Karjan) 村付近 国道31号バイパスと国道28号タジュプールを結ぶガンジス川新規渡河橋 (図 ES-4 の②)
- 4) チャンパラン (Champaran) - アラ (Ara) 間橋梁 (図 ES-4 の③)

#### c) 準備、計画中の橋 (図 ES-4 の④)

現在、「国道30号ディダーガンジ (Didarganj) 付近と国道103号バイシャリ (Vaishali) 地区ビドゥプール (Bidupur) を結ぶ6車線エクストラドーズド型式ガンジス川新規渡河橋」の建設が計画されている。

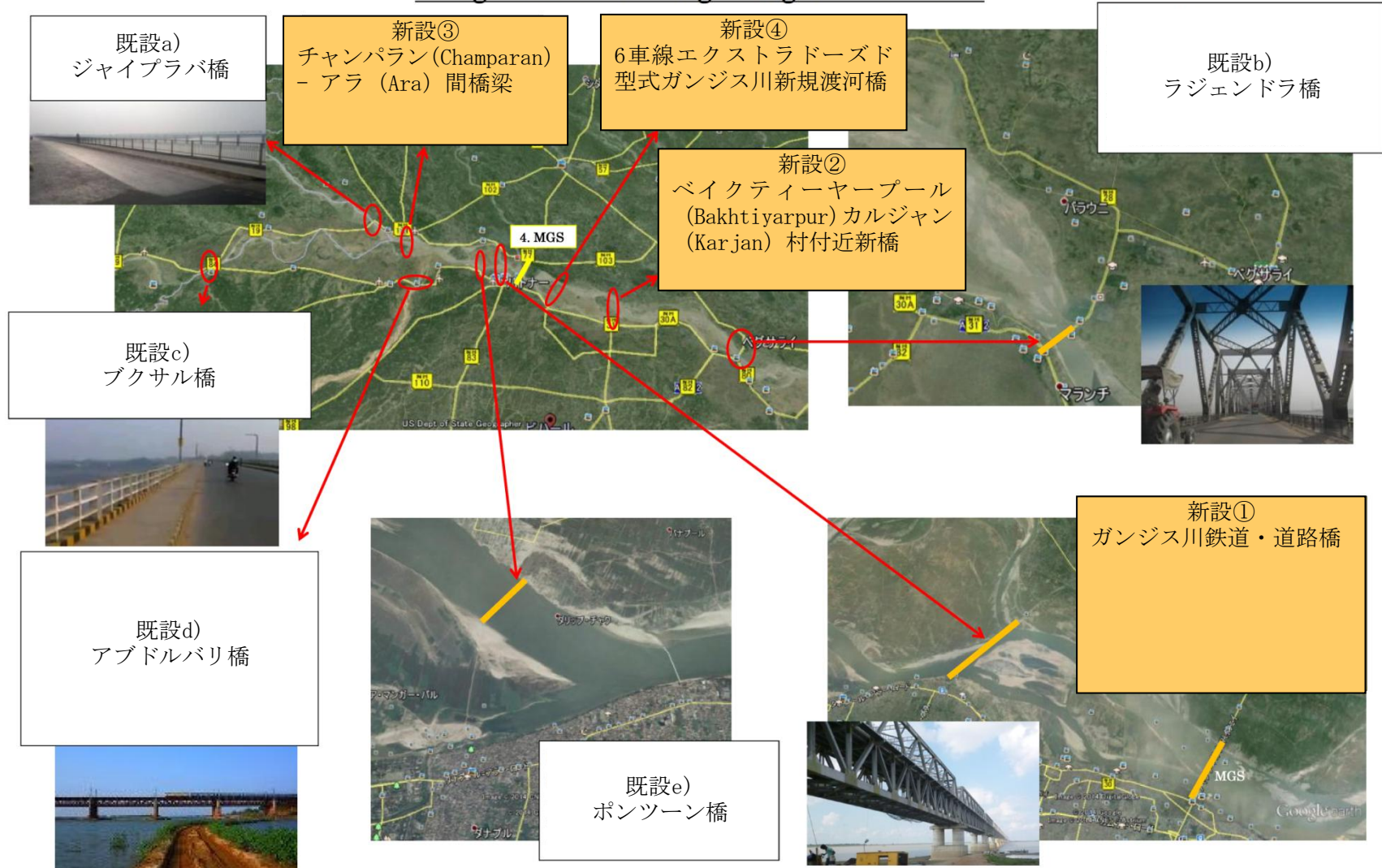
図 ES-3 ガンジス川新規渡河橋位置図



出典：ビハール州道路公社

図 ES-4 新橋位置図

### Ganga River Crossing Bridges near Patna



ES-5

出典：調査団作成資料

d) マハトマガンジー橋を改修する必要性

i) 地域交通に占める役割

マハトマガンジー橋はビクラムシラ橋と共に地域の南北交通を担う重要橋梁として機能してきており又、ビハール州の4車線化道路改良における結節点となっている。

2015年中に上流約7kmにデグハ鉄道・道路橋及び約150km下流にムンゲールガンジス橋が完成するので、既設2橋の負担は軽減されるものと予想される。しかし、この2橋は何れも2車線道路であり、交通容量は限られている。更に今後、工事中の2橋及び計画中の1橋が完成したとしても、急激に増大する地域交通量に加え、ネパール、ブータンとの交易拡大による通過交通の増大を勘案すると、その交通分担は後段で検討するが、依然、ガンジー橋が地域交通に占める重要性は変わらず、本格供用の為の改修は必須と考察する。

ii) 地域の拠点であるパトナ市の経済成長への寄与

パトナ市は2009年に世界銀行がインドで2番目に起業に適した都市とした通り、成長への非常なる可能性を持った都市である。近年、従来脆弱だった製造業の立地も始まっており、今後、パトナ市への経済活動の集中が一層進むものと予想される。ガンジー橋はパトナ市中心部に直結する橋梁であり、ガンジス川鉄道・道路橋或いは下流の新6車線道路橋では代用できない機能を今後とも維持するものと考察する。又、パトナ市を起点とする地域観光にも本橋が果たす役割は重要である。

iii) 二国間関係および日本企業への裨益に配慮した本事業の意義

以上に述べた観点に加え、本事業の二国間関係および日本企業への裨益効果の観点から、我が国による支援案件としての意義を以下の通り考察する。

本事業は、インド政府が過去10年間に渡り補修、再生を試み果たせなかった地域の幹線橋梁であるマハトマガンジー橋を我が国の鋼橋梁設計・補修技術で、合成床版にとる耐久性の向上及び耐候製鋼材による将来の維持管理費削減によるライフサイクルコスト削減という価値も付加し再生するもので、インド政府の事業ニーズおよび技術ニーズに応える形で、我が国技術を活用できるプロジェクトである。

我が国にとっては、本事業によってなされる速やかな支援及びインドの代表的な橋を我が国の技術で再生したという実績は、今後一層市場が拡大するものの本邦建設会社の参入が難しいとされるインドにおいて、我が国技術への関心を増す事で参入に向けての本邦技術の適用機会を拓げるものとなる。

他方、インド政府にとっては、インド全土にある同じ型式の橋梁の再生に関する先行事例となると共に、合成床版・耐候性鋼材という新技術を、今後多く計画されている新設橋梁へ適用する事で国全体のインフラに対する事業費の効率的な利用を可能にする。

マハトマガンジー橋はその名前が示す通り、建設当時、同国のみならずアジアにおける最長の橋梁としてインド国長大橋の嚆矢となったものであり、このような事業に対して速やかに目に見える支援することは、日本に対するイメージアップや信頼関係を築く上で大きく貢献すると共に、後に続く優良なインフラ案件を日本が支援したり投資したりする機会も拓げると考える。

## (2) プロジェクトの内容等決定に必要な各種検討

### 1) マハトマガンジー橋の交通需要予測

本調査対象地域の交通量は、マハトマガンジー橋の下流側約 14km に計画されている位置するカッチダルガ - ビドゥプール新橋の FS 調査の交通量調査の修正版最終報告書である“Traffic Survey Report for Proposed Road Bridge across River Ganga between Corridor of Kachhi Dargah (NH-30) to Bidupur (NH-103), Vaishali District near Patna in Bihar (RITES Limited, 2014 年 4 月)”（以下、「新橋交通量調査報告書」という）にまとめられている。に当該交通量調査結果は、車種別交通量調査及び OD 調査の実施時期やネットワーク等の諸条件が大きく異なることから本調査の交通需要予測に活用することとした。

### 2) 交通量配分

表 ES-1 に示す 5 橋につき、「新橋交通量調査報告書」で得られた結果に幾つかの仮定条件を加え、それぞれの橋梁の交通量配分を行うこととした。

表 ES-1 ガンジス川の渡河橋（既存、新橋）の概要

	図 ES-4 の記載	実施機関	MG 橋からの距離	車線数	完成予定年度	延長※
マハトマガンジー橋	MG 橋	—	—	4	—	約 9km
チャンパラン-アラ間橋梁	③	Bihar Rajya Pul Nirman Nigam	西約 70km	4	2016 年末	約 25km
デグハ橋（鉄道併用橋）	①	Railway Authority	西約 11km	2	2015 年末	約 9km
6 車線エクストラドーズド型式ガンジス川新規渡河橋	④	未定	東約 14km	6	2017 年末	約 17km
ベイクティーヤールプールカルジャン村付近新橋	②	ビハール州道路公社	東約 35km	4	2016 年末	約 14km

※当該橋梁を含む両端のアクセス道路（国道または主要州道）からの距離で、地図上での読取り延長  
出典：調査団作成

### 3) マハトマガンジー橋を通過する将来交通量の予測

表 ES-2 より、ガンジス川を渡河する新橋 4 橋が完成する 2018 年度時点でマハトマガンジー橋を通過する交通量は一旦減少するものの、2025 年過ぎには 10 万 PCU/日を超える交通量が見込まれる。

表 ES-2 マハトマガンジー橋の将来交通量予測

	乗用車・タクシー等	バス	LCV	トラック	左記計	2輪	3輪	トラックター	その他	計 (台/日)	計 (PCU/日)
2013年	11,890	2,161	3,268	11,982	29,301	11,576	6,306	850	508	48,541	80,107
2014年	13,079	2,377	3,627	13,300	32,383	12,734	6,937	850	508	53,412	88,177
2015年	14,387	2,615	4,026	14,763	35,791	14,007	7,631	850	508	58,787	97,104
2016年	8,090	1,472	2,260	8,287	20,109	15,408	8,394	850	508	45,269	64,167
2017年	6,233	1,224	1,726	6,327	15,510	16,949	9,233	850	508	43,050	55,702
2018年	5,499	1,106	1,557	5,707	13,869	18,644	10,156	850	508	44,027	54,022
2022年	7,905	1,589	2,321	8,508	20,323	26,800	14,599	850	508	63,080	77,072
2027年	11,615	2,335	3,572	13,091	30,613	39,379	21,450	850	508	92,800	113,627
2032年	15,544	3,125	5,010	18,363	42,042	52,699	28,705	850	508	124,804	153,937
2037年	20,803	4,183	7,028	25,757	57,771	70,524	38,413	850	508	168,066	209,176
2042年	27,839	5,597	9,857	36,126	79,419	94,376	51,406	850	508	226,559	284,906
2047年	37,255	7,490	13,824	50,669	109,238	126,296	68,793	850	508	305,685	388,799
2052年	49,855	10,023	19,388	71,066	150,332	169,012	92,061	850	508	412,763	531,402

出典：調査団作成

## 4) マハトマガンジー橋上の現況旅行速度

マハトマガンジー橋を利用する交通の旅行速度は、新橋交通量調査でも行われていないため、今回調査時に実走により旅行速度調査を行った。結果は、現在補修作業等で車線規制を行っており2車線になっている区間で約11km/h(8.2~12.7km/h)、アクセス道路を含む全線で平均25.6km/hであった。

## 5) 橋梁補修計画条件

## a) 自然条件・他

## i) 気象条件：

マハトマガンジー橋の位置するビハール州パトナにおける気温の変化は以下である。

- 夏季                    24° C~42° C
- 冬季                    8° C~18° C

## ii) 河川条件：

- 最高洪水位 (HFL)      +50.98m
- 低水位 (LWL)            +41.45m

尚、ガンジス川の洪水域を考慮して、橋長は約5,590mとなっているが、夏季のドライシーズンには、北側約3,500m(P1~P29)は陸上部となっている。

## iii) 航路条件：

- 桁下クリア              HFL+10.72m
- 航路幅                    9.0m

iv) 地質条件：

河床から 3m 程度の軟弱なシルト層があり、それ以深は、砂および砂混じりシルト層の互層となっている。支持層は深さ約 60m～70m の位置の砂レキ層である。

b) 現橋諸元

i) 橋長及び支間割：

$$5,589.185\text{m}=7.1\text{m}+63.53\text{m}+45\times 121.065\text{m}+63.53\text{m}+7.1\text{m}$$

ii) 断面及び幅員構成：

総幅員 19.55m、歩道 2.05m\*2、車道 (3.75+3.375) m\*2

iii) 上部工形式：

PC ラーメン箱桁橋  
(キャンチレバー中央ヒンジタイプ)

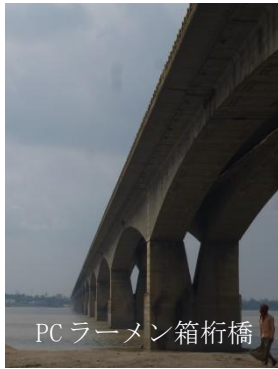
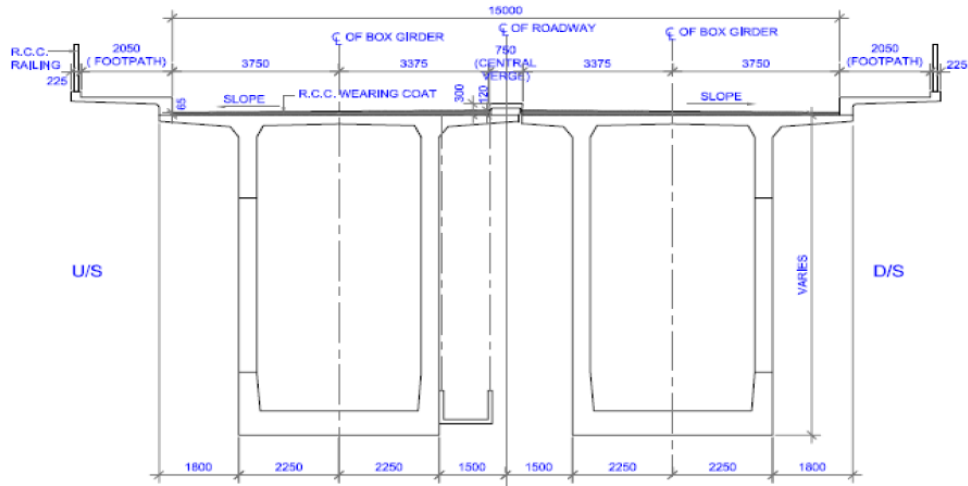
iv) 下部工形式：

RC 壁式橋脚

v) 基礎工形式：

オープンケーソン 直径 13m  
基礎深さ 50m～70m

図 ES-5 マハトマ・ガンジー橋上部工断面図と写真



出典：ガモン社

6) 現地調査 (既存橋の調査)

a) 現地調査と実施した試験結果

現地調査は2014年10月8日～21日に実施され打音検査、シュミットハンマー試験、電磁波法(レーダー法)、コンクリート中性化試験、コンクリート塩化物イオン濃度試験、PC ケーブル引張試験を実施した。現地調査の調査内容を以下表に示す。



表 ES-3 現地調査試験結果

	検査項目	検査箇所	検査結果
下部工	打音テスト	A1, P2, 15, 27, 34, 39, 43, 46	健全なコンクリートの打音が確認された。
	シュミットハンマー試験	P2 (D/S), P15(N), P27(S), P34(U/S), P39(U/S), P43(U/S), P46 (U/S)	各橋脚とも十分な強度を有することが確認された。
	電磁波法 (レーダー法)	A1, P2(D/S, N), P15(U/S,N), P27(U/S, S), P34(S), P39(U/S), P43(U/S), P46(D/S, N)	各橋脚とも概ね適正な鉄筋配置と鉄筋の被りが確保されていることが確認された。
	中性化試験	P2 (D/S)P15(N), P27(S), P46(U/S)	コンクリートの中性化が進行していないことが確認された。
	塩化物イオン濃度試験	P2, P46	各橋脚とも塩化物イオン濃度は基準値を下回ることが確認された。
上部工	打音テスト	P39-40 (既存桁内部) P44-45 (撤去桁ブロック)	健全なコンクリートの打音が確認された。
	シュミットハンマー試験	P44-45 (撤去桁ブロック) P41 (BL10)	十分な強度を有することが確認された。
	電磁波法 (レーダー法)	P44(BL10), P44(BL13),	概ね適正な鉄筋配置と鉄筋の被りが確保されていることが確認された。
	中性化試験	P44 (BL13), P44(BL10), P44 (BL12),	コンクリートの中性化が進行していないことが確認された。
	PC ケーブル引張試験	P43-44 の桁先端、中央部、付け根の合計 8 本	設計時に想定されていたケーブル強度の不足と強度のばらつきが確認された。

出典：調査団作成

上記現地調査によって現在のマハトマガンジー橋は以下の事が言える。

➤ 上部工に関して

桁のコンクリートは十分な強度を有し健全であると判断できる。また、鉄筋も適正に配置されていることが確認できた。ただ、PC ケーブルは引張試験の結果、健全性が保たれていないことが確認された。

➤ 下部工に関して

目視において、重大な損傷は確認できなかった。またいずれの試験結果においてもコンクリートは十分な強度を有し健全であり、鉄筋も適正に配置されていることが確認できた。なお、基礎については、今回調査不可能であったものの、過去にインド側で実施された調査と現地政府のコメント、および一般にオープンケーソンは十分な安定性と強度を有していることより、不具合は生じていないと判断される。しかしながら、次のステップにおいて基礎の洗掘状況や（下部工の）傾斜等を調査した上で健全性の確証を得ることが推奨される。

続いて、異常変位の原因推察を行った。過去約 10 年で、センター・ヒンジ部の段差、絶対たわみが急激に増加しており、過積載車両の増大が主な理由と推察される。段差はセンター・ヒンジ部の上下の遊間を上限に止まっていると推測される。これは、互いに支え合っているとも言え、ヒンジを撤去すると、P44～45 で発生したように、さらに大きな絶対た

わみが発生する可能性が高く、非常に危険な状態と判断される。これらの異常なたわみは、ここ 10 年で急激に増加したことから、過積載車両の増大が主な理由と推察される。先に述べた現地調査結果からも明らかなように、コンクリートは健全のため、過積載車両の増大により、桁のプレストレスが減少したと考えられる。上部工の異常たわみはケーブル張力の減少が主な原因であると推察されるため、その回復を期待することは不可能である。さらに、桁の内部は上下、側面ともアウトケーブルで補強されているが、効果は出ていない。元来のケーブルの張力抜けを補強されたアウトケーブルで復活できないこと、さらには、これ以上の補強のスペースが確保できないことから、現在の桁をこれ以上補強して利用することは不可能と判断される。そして、既に過積載車両が増大して約 10 年が経過している事より、あと数年（想定計算上はあと約 2 年）で耐用年数を上回ることが想定される。想定される耐用年数を上回るということは、落橋の可能性が極めて高くなることであり、本橋利用者の安全が確保できなくなること、またマハトマガンジー橋に要求されるサービスレベルが満足されなくなることである。このため、車両全面通行止めや大型車両通行止めの必要が生じる。

図 ES-6 センター・ヒンジ部のたわみ状況



出典：調査団作成資料

#### b) 橋梁補修方法の提案

補修工法としては、上流側のみを対象に実現性の高い以下の 3 案の比較を行ったが、次ページに示す比較結果表（表 ES-4）にある通り第 2 案を推奨する。

- 第 1 案：センター・ヒンジ連結
- 第 2 案：上部工新設（鋼橋もしくは PC 橋）
- 第 3 案：新橋建設（既存橋の上流側）

表 ES-4 橋梁補修方法の提案

	第1案：センター・ヒンジ連結	第2案：上部工新設 (鋼橋もしくはPC橋)	第3案：新橋建設 (既設橋上流側)
側面図 または 断面図			
構造的性	× 現在の上部工は耐久性が極度に落ちており、補修では、健全度の回復は望めない。また、構造上数か所でセンター・ヒンジ沓が残るため、根本的な解決が望めない。	◎ 耐久性が確保されていない上部工を架け替えることで、確実な補修補強となる。下部工が健全であるため利用できる。	◎ 新設橋のため構造的性に問題なし。
工事費	◎ 局部補修のため非常に安価	○ (1.00 - 1.06)	△ (1.32)
工期	◎ 約2.3年	○ 鋼トラス桁：約4.5年、PC箱桁：約5.5年	△ 約5.5年
既存交通への影響	○ 部分的に2車線に切り回しを行い工事可能。	○ 部分的に2車線に切り回しを行い工事可能であるが、第1案より期間が長くなる。しかし、上下流の新橋が建設されることより既存交通への影響は少ない。	◎ 既存交通への影響は無い。
周辺環境への影響	◎ 用地買収は必要ない。 河川への影響はない。	◎ 用地買収は必要ない。 河川への影響はない。	× 橋梁アプローチにおいて大幅な用地買収が必要となる。 施工時の河川への影響が大きい。
評価	構造上センター・ヒンジ沓を10か所程度残す必要があり、また、本補修方法では健全度の回復は望めず、根本的な解決方法にならない。	“推奨案” 確実な補修補強法であり、総合的に最も優れる案である。	工費が最も高く、周辺環境への影響が大きい。

注釈：◎非常に優れる、○優れる、△劣る、×非常に劣る

出典：調査団作成

### (3) プロジェクトの概要

#### 1) 橋梁補修計画

橋梁の補修方法として最も現実的な方策と判断された上部工の架け替えにつき、対象と構造形式について多面的に比較検討を行った。

##### a) 補修対象(車線数)の検討

表 ES-2 より、ガンジス川を渡河する新橋 4 橋が完成する 2018 年度時点でマハトマガンジー橋を通過する大型車両（乗用車、バス、トラック等）の交通量は一旦約 14,000 台/日まで減少し、この傾向は 2022 年まで続く。この時期に適切な大型車規制を併用しながら通過交通を比較的健全な下流側 2 車線で処理しつつ、損傷が激しく耐久性が限界にきていると判断される上流側 2 車線を架け替え、交通量が増大する 2025 年以降は、下流側を補修するか、或いは新橋架橋を行うか検討する事を提案する。

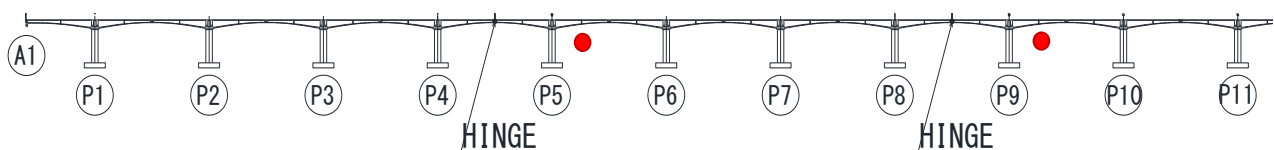
##### b) 上部工形式の比較

既存橋は支間 121m であるため、上部工の架け替え形式は以下 4 案が挙げられるが第 2 案を採用する。

- 第 1 案：連続 PC 箱桁橋（既存橋と同一形式）
- 第 2 案：連続鋼トラス橋（合成床板+耐候性鋼材）
- 第 3 案：連続鋼床版箱桁（耐候性鋼材）
- 第 4 案：連続鋼細幅箱桁（合成床板+耐候性鋼材）

第 4 案の鋼細幅箱桁（合成床板+耐候性鋼材）は、鋼橋（上の第 2～第 4 案）ので最も単位鋼重量が重く、工事費も最も高いため、比較の対象から除外し、第 1～第 3 案について構造的、施工性、工期、工事費、維持管理性、景観性、環境への影響を選定項目として比較する。表 3-27 に示したように第 2 案は第 1 案よりコスト及び経済的内部収益率（EIRR）は若干不利となるが、施工性が良く工期が大幅に短くなるので早期完工を要望するインド政府の意向に沿う。また、鋼橋はコンクリート橋に比べて上部工の重量が軽いため既存の下部工及び基礎への負担が大幅に減少し、橋全体の構造的・耐久性が向上する。さらに、第 1 案は、構造的な理由（温度拘束）によって、さほど連続化ができない。すなわち地盤状況にもよるが、3-5 支間ごとにセンター・ヒンジを残さざるを得ず、根本的な解決策とは言い難い。

図 ES-7 第 1 案の残されるセンター・ヒンジ（参考図）

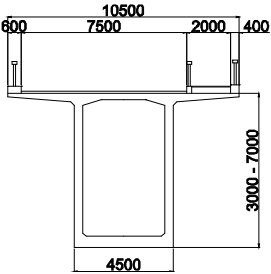
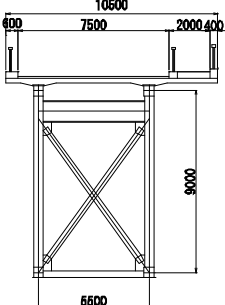
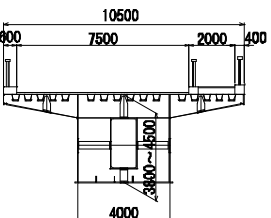


構造上、3-5 支間ごとにセンター・ヒンジが残る。

出典：調査団作成

また、耐候性鋼材と合成床版を採用することで塗装塗替えが不要となり、且つ床版の耐久性が向上するので将来の維持管理費用が削減できる。これにより MORTH はその費用を他のインフラ整備へ活用出来ると共に、技術移転により今後建設される新鋼橋への適用が図れる。

表 ES-5 橋梁上部工型式の検討

		第1案	第2案	第3案				
		PC 箱桁	トラス (合成床板+耐候性鋼材)	鋼床版箱桁 (耐候性鋼材)				
支間割/上部工断面		橋長 : 5,590m=...+46@121.065m+... 	橋長 : 5,590m=...+46@121.065m+... 	橋長 : 5,590m=...+46@121.065m+... 				
構造的	耐久性	床版耐久性	第2案より疲労耐久性に劣る	○	他案より疲労耐久性に優れる	◎	他案より疲労耐久性に劣る。多くの過積 載荷重により疲労クラックの生じる可 能性が高い。	△
	耐震性	死荷重	コンクリート桁のため死荷重が重く他 案より不利	○	鋼桁のため死荷重が軽く他案より有利	◎	鋼桁のため死荷重が軽く他案より有利	◎
施工性	施工の難易度		易しい	◎	易しい	◎	舗装に特殊な設備と高度な施工技術が 必要となり他案より難易度が高い	△
	工期 (橋長5,590m, 2車線の場合)		約5.5年	○	約4.5年	◎	約4.5年	◎
初期建設コスト比率		1.00	◎	1.06	○	1.45	△	
ライフサイクルコスト (LCC)		第2案より劣る (床版の耐久性が第2案の合成床板より 大幅に劣る)	○	<b>最も経済的</b> 耐候性鋼材、合成床板を使用することで維持管 理費用が大幅に削減し、合成床版の耐久性は第 1案より大幅に優れる	◎	他案より劣る グースアスファルトの維持管理に費用 が嵩む	△	
経済的内部収益率 (EIRR)		26.80	○	26.33 (第1案とほぼ等しい)	○	22.91	△	
維持 管理性	塗装塗替え	必要なし	◎	必要なし (耐候性鋼材)	◎	必要なし (耐候性鋼材)	◎	
	ジョイントと沓の交換	20-30年に1度	○	20-30年に1度	○	20-30年に1度	○	
景観性		桁高が高くなるため重量感がある	△	桁高は高くなるが重厚感はない	○	最も桁高が低くなり、スレンダーな印象 となる	◎	
環境	河川への影響、騒音・振動		他案と同等である					
	既存交通への影響		工期が長く、交通制限が長時間となる	△	工期が第1案より短いため、交通規制が第1案よ り短時間となる	○	施工時の影響はないものの既に一部で2 車線規制が行われており、第2案と大差 がない	◎
技術 移転	インドにおける新技術		新技術ではない	△	合成床板、耐候性鋼材は新技術のため技術移転 が期待できる	◎	耐候性鋼材、グースアスファルト舗装は 新技術であり技術移転が期待できる。	◎
評 価		LCCが第2案より劣る。 構造上センター・ヒンジを10か所程度残さざ るを得ず、根本的な解決策とはならない。		LCC、構造的、施工性において最も優れ、技術移転 が期待できる。 工期が短縮できるためIRRは第1案とほぼ等しくなる。 このため本案を推奨する。 ◎		工事費が最も高く、過積載荷重の繰り返し通 行による床版の疲労耐久性が他案より劣る。		

ES-16

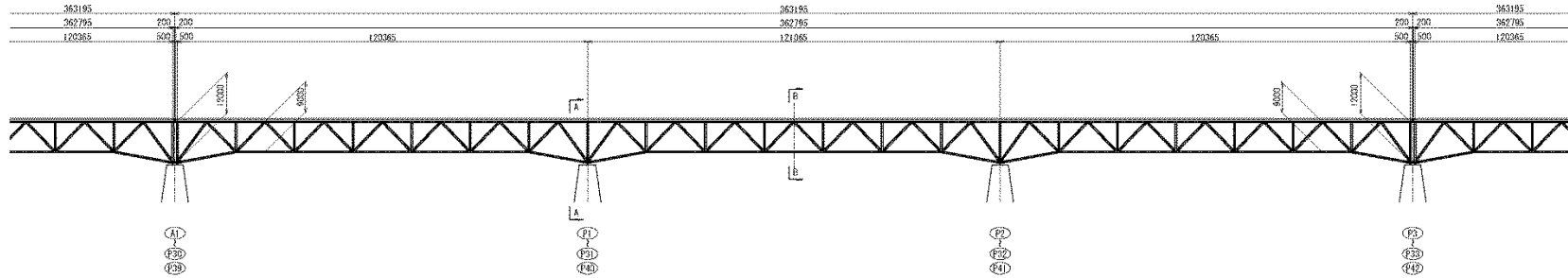
出典：調査団作成

図 ES-8 鋼トラス構造一般図

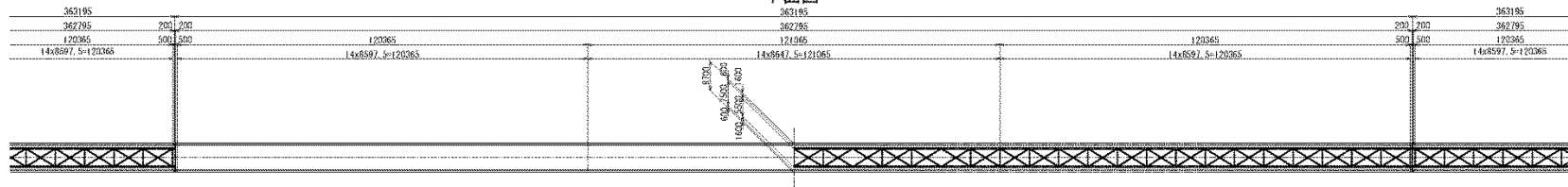
ガンジー橋 上部工構造一般図 S=1:600  
トラス案 (標準部)

(12橋)

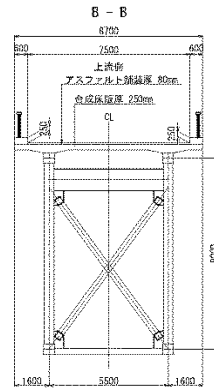
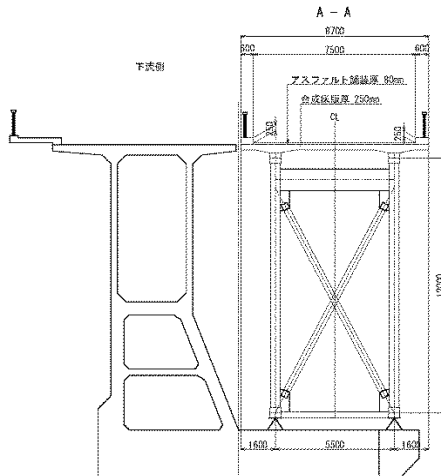
側面図



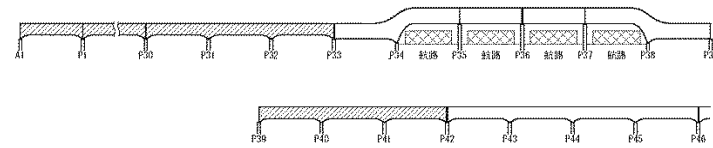
平面図



断面図 S=1:100



配置図

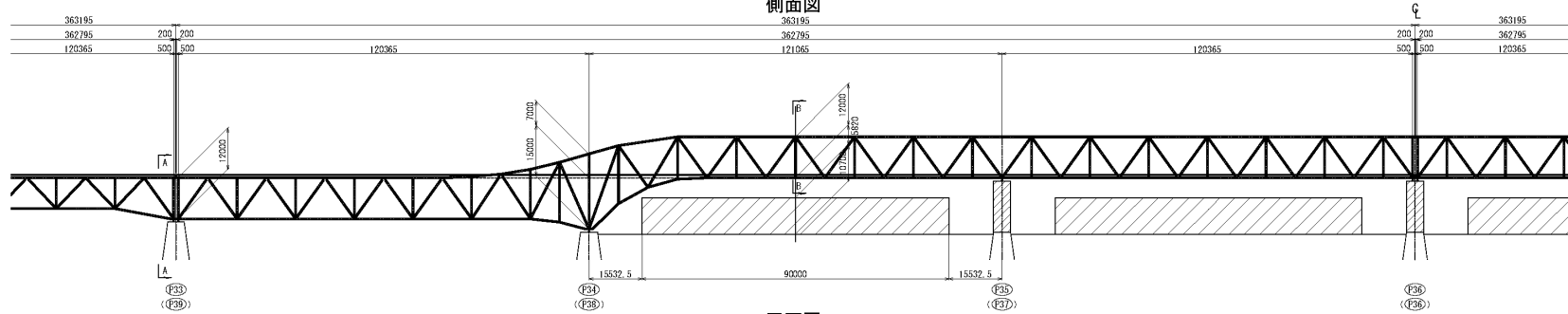


注記  
1. 主桁の鉛垂材は、水上部の露出し奥落範囲のみの設置とする。

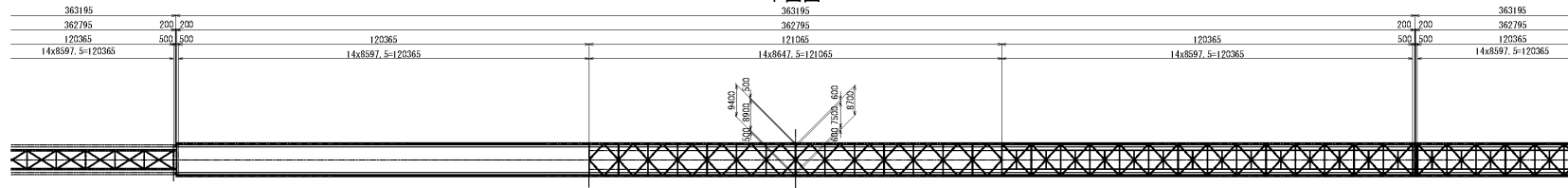
ガンジー橋 上部工構造一般図 S=1:600  
トラス案 (航路部)

(2橋)

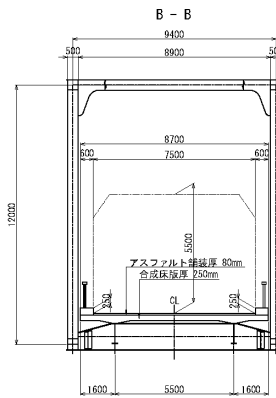
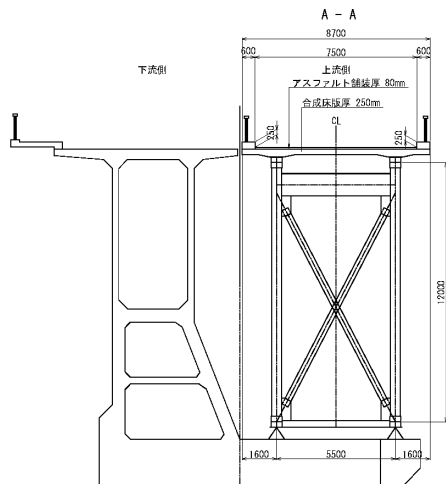
側面図



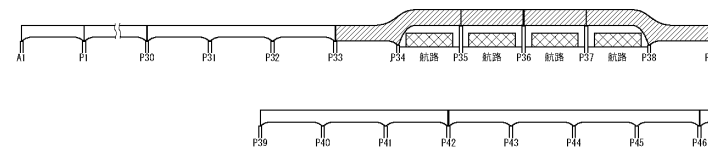
平面図



断面図 S=1:100



配置図

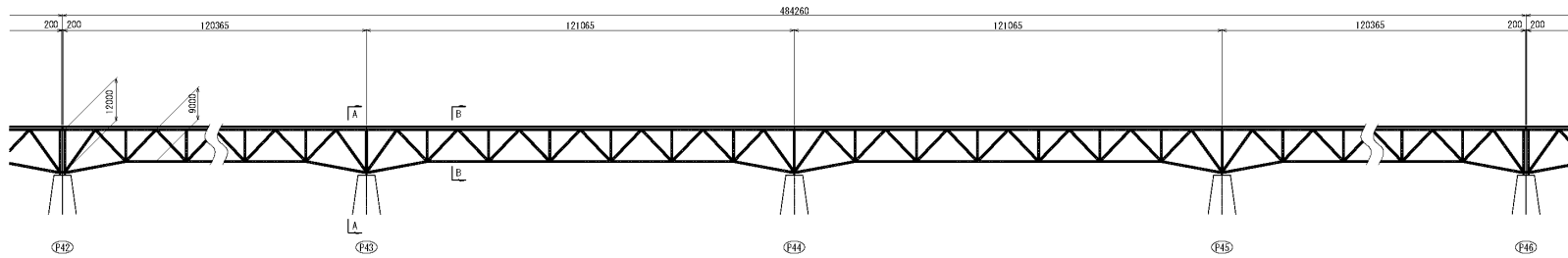




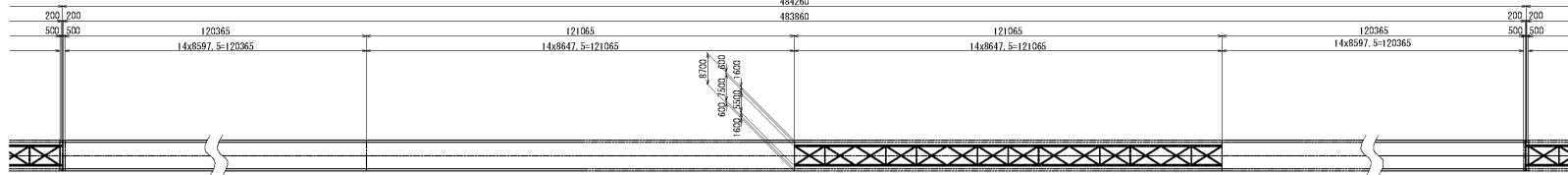
ガンジー橋 上部工構造一般図 S=1:600  
トラス案 (4径間部)

(1橋)

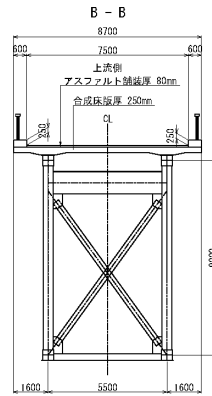
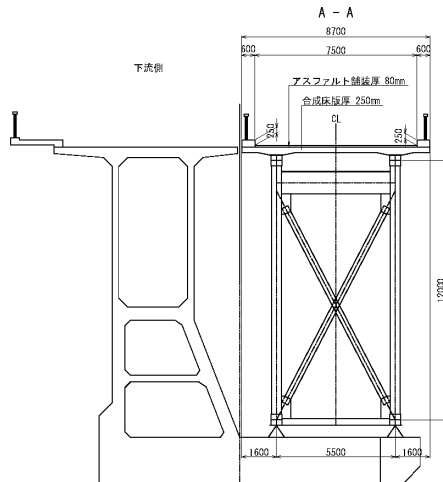
側面図



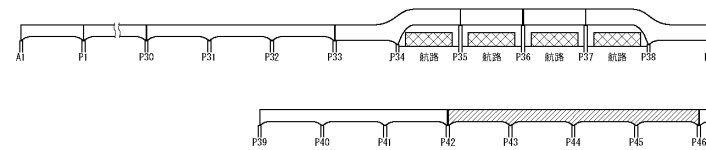
平面図



断面図 S=1:100



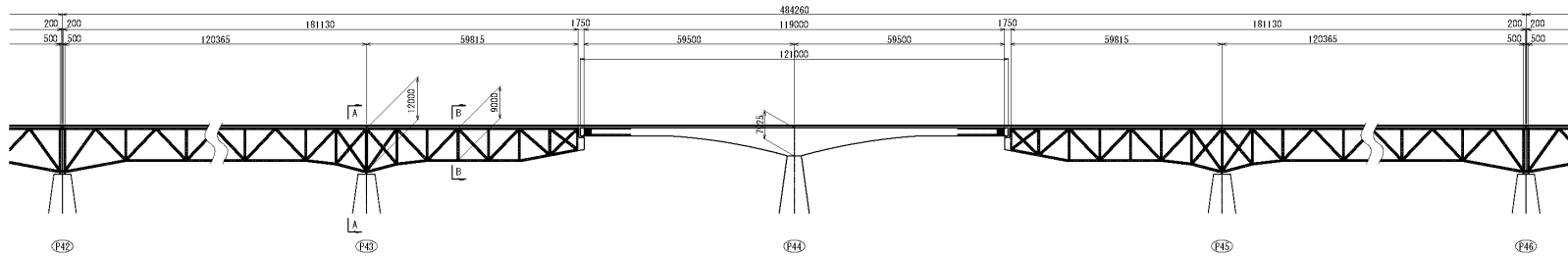
配置図



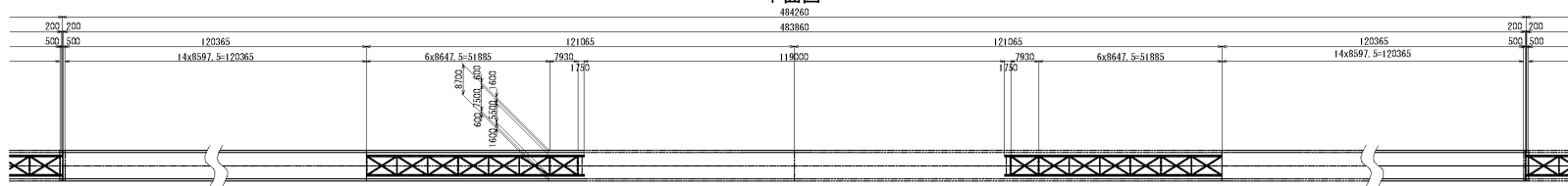
ガンジー橋 上部工構造一般図 S=1:600  
トラス案 (PC接続部)

(1橋)

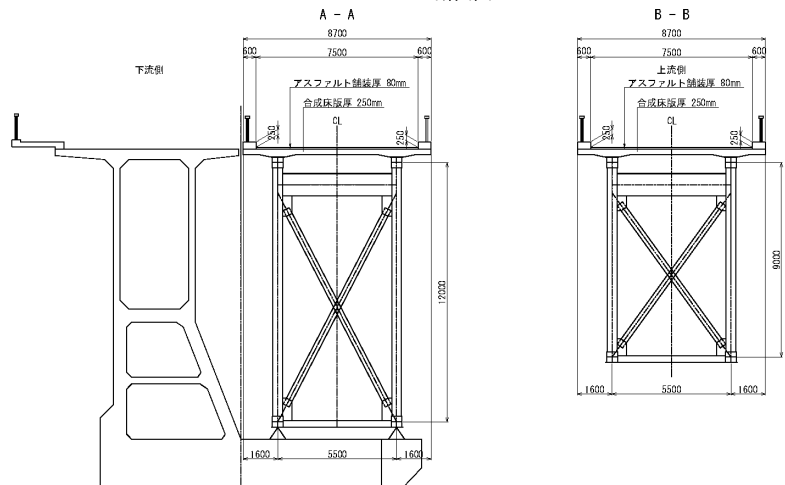
側面図



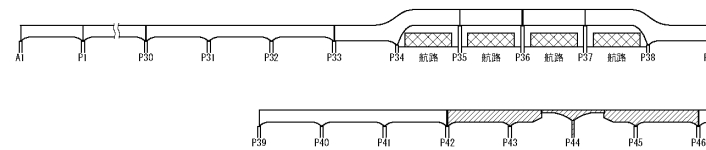
平面図



断面図 S=1:100



配置図



ES-20

出典：調査団作成

c) 概算事業費

本事業の概算事業費は下表に示す通り、工事費は約 183 億円、全体事業費は約 210 億円である。既存の橋梁上部工の架替えであるため用地買収は生じない。

表 ES-6 概算全体事業費

費目	内訳	数量等	単価	合計		備考
				(百万USD)	(百万円)	
工事費	上部工撤去	58,700 m <sup>2</sup>	108 千円/m <sup>2</sup>	54.77	6,339.6	既存PC箱桁 (2車線)
	上部工新設	21,591 t	500 千円/m <sup>2</sup>	93.26	10,795.5	鋼トラス+合成床板+耐候性鋼材
	下部工改良	46 箇所	25,000 千円/箇所	9.93	1,150.0	沓座拡幅
工事費 計				157.96	18,285.1	
詳細設計及び施工管理費				15.80	1,828.5	工事費の10%
用地取得費				0.00	0.0	
予備費				7.90	914.3	工事費の5%
合計				181.65	21,027.9	

出典：調査団作成

2) 施工計画

マハトマ・ガンジー橋の上流側 2 車線の架け替えの概略工事工程は以下となり、約 4.5 年で上流側 2 車線の橋梁の架け替えが可能となる。

表 ES-7 全体工程表 (上流側 2 車線の上部工架け替え)

工種		1年	2	3	4	5
準備工	3.0 カ月	■				
準備工						
既存橋上部工撤去 (上流側2車線)	0.5 カ月	■				
工事仮囲い設置と交通切り回し	7.0 カ月	■	■			
地覆、中央分離帯、高欄等の撤去	8.0 カ月	■	■			
ガントリークレーンの製作 (4基)	1.0 カ月		■			
ガントリークレーンの設置	31.9 カ月		■	■	■	
既設桁切断と撤去	1.0 カ月				■	
ガントリークレーンの解体	24.0 カ月		■	■	■	
新上部工の架設 (沓の設置含む)	24.0 カ月			■	■	■
橋面工	4.0 カ月					■
後片付け工	1.0 カ月					■

出典：調査団作成

3) 環境社会面の主要な課題

「住民移転」が環境社会面の主要な課題としてとりあげられる。合計 21 件の住居と推察される建物、その他 81 件の商店 (コンクリート構造、簡易なもの)、倉庫 (主に簡易な作り)、牛舎等が影響範囲である既存橋梁下部で 10 月 15-16 日の現地踏査において確認された。次ステージにおいて詳細な社会経済調査を行う事が必要である。又、ビハール州公害管理委員会によれば、鋼トラス橋による上部工架け替え案の工事内容を見る限り、基本的に環境許認可 (EC) の取得は必要ないが、工事開始前に工事請負業者が使用するプラント等の活動に対する許認可 (NOC) をビハール州公害管理委員会から取得する必要があるとの事である。

## (4) 実施スケジュール

### 1) 工事区分

本事業はマハトマガンジー橋（5,590m）の既存上部工（PC箱桁）を鋼トラス桁に架け替えるものである。

建設費は約183億円と大規模ではあるが、工事種類としては、大別して既設桁の撤去、トラス橋の架設の2種類のみであるため、工事工程管理が容易で請負者にとっての工事上のリスクは低い。このため、工区分けを行う必要はなく、全体を1工区とすることを提案するが、請負者のPQ（事前審査）においては、工事金額が大きく且つ本邦技術が織り込まれている為、入札参加資格基準の慎重な設定が必要である。

尚、1工区とした場合は、多数の工区に分割した場合よりも工程管理に加えて、事業全体の実施も容易となる。

### 2) 実施スケジュール

標準的な日本の円借款事業における所要期間を考慮し、事業スケジュールを以下の通りである。

表 ES-8 事業実施スケジュール案(環境社会配慮を含む)

主要項目	月数	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年
円借款の要請	-	▼								
協力準備調査（JICA FS調査）	7	←								
ブレッジ	-		▼							
E/N、L/A	-		▼							
詳細設計、入札支援、及び施工監理 コンサルタントの調達（MORTHが実施）	6		←							
詳細設計/入札書類作成	8			←						
工事請負者事前資格審査	3			←						
工事請負者入札/業者選定	3			←						
工事請負者承認審査/契約交渉	3			←						
工事請負者承認	-				▼					
建設工事	54				←					
瑕疵担保期間	24								←	
社会環境配慮スケジュール										
・環境スクリーニングシートの準備		←								
・IEEの実施、簡易住民移転計画策定、環境 チェックリストの策定		←								
・住民移転			←							

出典：調査団作成

## (5) 円借款要請・実施に関するフィージビリティ

### 1) 事業費

本事業事業費と経済・財務分析で採用したコストを表 ES-9 に示す。

表 ES-9 本事業の事業費及び経済・財務分析で採用するコスト

(百万円)	2018	2019	2020	2021	2022	合計
合計 (2014年価格)	3,505	4,673	4,673	4,673	3,505	21,028
工事費	3,048	4,063	4,063	4,063	3,048	18,285
コンサルタント費	305	406	406	406	305	1,829
予備費	152	203	203	203	152	914
経済価格 (2014年価格)	2,979	3,972	3,972	3,972	2,979	17,874
物価上昇考慮後のコスト (財務価格)	4,637	6,643	7,143	7,686	6,207	32,316

出典：調査団作成

### 2) 予備的な経済分析結果

#### a) 基本方針

本調査で行った予備的な経済分析の前提条件を表 ES-10 に示す。

表 ES-10 予備的な経済分析における前提条件

項目	条件	備考
分析期間	35年 (供用後 30年間)	建設開始 2018 供用開始 2023
社会的割引率 (資本機会費用)	12%	JICA 報告書*1 による。 B/C、NPV の算定に採用
為替レート	1INR=1.88 JPY 1USD=115.76 JPY	2014/11/13 付けレート
経済価格	2014年時点での価値を採用。 財務価格*0.85	インフレは未考慮
残存価値	0%	

\*1：円滑な円借款事業実施による経済的便益に係る調査報告書 (国際協力機構、平成 24 年 3 月)

出典：調査団作成

#### b) 経済分析結果

推定された経済費用、経済便益に基づき経済的内部収益率(Economic Internal Rate of Return、以下 EIRR とする)、正味現在価値 (Net Present Value、以下 NPV とする)、及び費用便益比 (Benefit-Cost Ratio、以下 B/C とする) を算定した。計算結果を表 ES-11 に示す。また、予備的な経済分析のキャッシュフローを表 ES-12 に示す。

表 ES-11 計算結果

EIRR=	26.33%
NPV=	17,292.5 INR
B/C=	4.52

出典：調査団作成

EIRR は開発途上国で一般的に資本機会費用の目安とされる 10～12%を超えており、本プロジェクトは経済的にフィージブルと判断することができる。

表 ES-12 予備的な経済分析のキャッシュフロー

番号	年	費用			便益			ネットキャッシュフロー		
		事業費	維持管理費	更新費	VOC	TTC		割引率12%		
1	2014	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	2015	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	2016	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	2017	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	2018	1,584.5	0	0	1,584.5	0	0	-1,584.5	-1,007.0	
6	2019	2,112.7	0	0	2,112.7	0	0	-2,112.7	-1,198.8	
7	2020	2,112.7	0	0	2,112.7	0	0	-2,112.7	-1,070.4	
8	2021	2,112.7	0	0	2,112.7	0	0	-2,112.7	-955.7	
9	2022	1,584.5	2.4	0	1,586.9	54.2	194.1	248.2	-1,338.7	-540.7
10	2023	0	9.5	0	9.5	234.4	940.6	1,175.0	1,165.5	420.3
11	2024	0	9.5	0	9.5	253.4	1,159.6	1,413.0	1,403.5	451.9
12	2025	0	9.5	0	9.5	274.1	1,460.7	1,734.8	1,725.3	496.0
13	2026	0	9.5	0	9.5	296.5	1,892.3	2,188.8	2,179.3	559.4
14	2027	0	9.5	0	9.5	320.7	2,547.3	2,868.0	2,858.5	655.1
15	2028	0	9.5	0	9.5	340.5	3,325.5	3,666.1	3,656.6	748.2
16	2029	0	9.5	0	9.5	361.7	4,555.8	4,917.5	4,908.0	896.7
17	2030	0	9.5	0	9.5	384.1	6,731.2	7,115.4	7,105.9	1,159.1
18	2031	0	9.5	0	9.5	408.0	11,453.7	11,861.7	11,852.2	1,726.2
19	2032	0	9.5	0	9.5	433.4	13,195.9	13,629.3	13,619.8	1,771.1
20	2033	0	9.5	0	9.5	460.4	13,935.5	14,395.9	14,386.4	1,670.4
21	2034	0	9.5	0	9.5	489.1	14,698.0	15,187.0	15,177.5	1,573.4
22	2035	0	9.5	0	9.5	519.6	15,475.0	15,994.6	15,985.1	1,479.6
23	2036	0	9.5	0	9.5	552.0	16,254.4	16,806.4	16,796.9	1,388.1
24	2037	0	9.5	95.1	9.5	586.5	17,015.1	17,601.6	17,592.1	1,298.1
25	2038	0	9.5	0	9.5	623.1	17,722.8	18,345.9	18,336.4	1,208.0
26	2039	0	9.5	0	9.5	662.1	18,317.6	18,979.7	18,970.2	1,115.9
27	2040	0	9.5	0	9.5	703.5	18,687.9	19,391.4	19,381.9	1,018.0
28	2041	0	9.5	0	9.5	747.5	18,603.0	19,350.6	19,341.1	907.0
29	2042	0	9.5	0	9.5	794.4	17,518.4	18,312.7	18,303.2	766.3
30	2043	0	9.5	0	9.5	844.1	13,771.9	14,616.0	14,606.5	546.0
31	2044	0	9.5	0	9.5	897.1	0	897.1	887.6	29.6
32	2045	0	9.5	0	9.5	953.4	0	953.4	943.8	28.1
33	2046	0	9.5	0	9.5	1,013.2	0	1,013.2	1,003.7	26.7
34	2047	0	9.5	0	9.5	1,076.8	0	1,076.8	1,067.3	25.4
35	2048	0	9.5	0	9.5	1,144.5	0	1,144.5	1,135.0	24.1
36	2049	0	9.5	0	9.5	1,216.5	0	1,216.5	1,207.0	22.9
37	2050	0	9.5	0	9.5	1,293.0	0	1,293.0	1,283.5	21.7
38	2051	0	9.5	0	9.5	1,374.4	0	1,374.4	1,364.9	20.6
39	2052	0	9.5	95.1	9.5	1,460.9	0	1,460.9	1,451.4	19.6
		9,507.3	287.6	190.1	9,794.9	20,773.0	229,456.1	250,229.1	240,434.2	17,300.8

出典：調査団作成

### 3) 予備的な財務分析結果

#### a) 目的及び前提条件

円借款を想定した場合の事業費と通行料金から得られる事業収益との関係を明らかにし、財務的なフィージビリティを検証するため、予備的な財務分析を行った。予備的な財務分析の前提条件を表 ES-13 に示す。

表 ES-13 財務分析の前提条件

項目	条件	備考
事業スケジュール	第 6 章に準ずる	経済分析同様
運営期間	事業完了後 30 年間	経済分析同様
割引率	12%	経済分析同様
金利 (円借款想定)	1.4% (工事費) 0.01% (コンサルタント費)	低所得国 (円借款供与条件)
償還期間 (円借款想定)	償還期間 30 年、据置期間 10 年	同上
物価上昇率	1.9% (外貨分) 8.9% (内貨分)	外貨分は、先進国 36 か国の過去 5 年間の消費者物価の変動率の平均 内貨分は、インドの過去 5 年間の卸売物価指数及び消費者物価指数の変動率の平均
料金水準 (2008)	車/ジープ : 0.65 INR/km LCV/ミニバス : 1.05 INR/km バス/トラック : 2.20 INR/km 多軸トラック : 3.45 INR/km 重量車両 : 4.20 INR/km	近隣の有料道路の料金水準を参考に設定。なお、2 輪、3 輪、リキシャ等からの料金徴収は行わない
料金改訂	+6.3%/年	インドの PPP 事業で実施される料金改訂の基準に基づき、3%+卸売物価指数*0.4 (本試算では過去 5 年間の変動率の平均を使用)
交通量	第 3 章参照	経済分析同様。

出典：調査団作成

#### b) 財務分析結果

財務的内部収益率 (Financial Internal Rate of Return、以下 FIRR とする) の計算結果を表 ES-14 に、財務分析のキャッシュフローを表 ES-15 に示す。表 ES-14 の通り、円借款を想定した事業費に対して道路通行料金を収入とした予備的な財務分析の結果では、FIRR が 5.3% であり、本事業を収益事業として実施することは困難である結果とことが明らかとなった。

しかしながら、インド国内の PPP 事業以外の有料道路では、料金収入で道路の運営・維持管理 (以下、「0/M オプション」という) を行っている事業もある。0/M オプションの場合、表 ES-15 に示すように、運営開始初年度より料金収入が維持管理費を上回っており、更新費の発生する年度を含めた、全事業期間を通じて利益を計上することができるため、0/M オプションの場合は収益事業としてフィージブルであるといえる。

表 ES-14 FIRR の算定結果

	FIRR
鋼トラス橋	5.3%

出典：調査団作成

表 ES-15 財務分析のキャッシュフロー

単位：百万 INR

年	事業費	建中金利	フロントエンドフィー	維持管理費	更新費	費用計	料金収入	収入-費用
2014								
2015								
2016								
2017								
2018	2,466.5	31.5	34.4			2,532.4		-2,532.4
2019	3,533.7	76.7				3,610.4		-3,610.4
2020	3,799.6	125.3				3,924.9		-3,924.9
2021	4,088.4	177.5				4,265.9		-4,265.9
2022	3,301.4	219.7	-17.2	22.1		3,526.0	44.1	-3,481.9
2023				24.1		24.1	205.1	181.0
2024				26.2		26.2	234.3	208.0
2025				28.6		28.6	270.4	241.8
2026				31.1		31.1	310.3	279.2
2027				33.9		33.9	358.2	324.3
2028				36.9		36.9	405.9	369.0
2029				40.2		40.2	462.3	422.2
2030				43.8		43.8	522.1	478.4
2031				47.7		47.7	588.7	541.1
2032				51.9		51.9	668.1	616.3
2033				56.5		56.5	755.5	699.0
2034				61.5		61.5	858.4	796.8
2035				67.0		67.0	973.8	906.7
2036				73.0		73.0	1,107.6	1,034.6
2037				79.5	794.8	874.3	1,253.9	379.6
2038				86.6		86.6	1,419.6	1,333.0
2039				94.3		94.3	1,614.8	1,520.6
2040				102.7		102.7	1,829.0	1,726.4
2041				111.8		111.8	2,079.4	1,967.6
2042				121.7		121.7	2,358.0	2,236.2
2043				132.6		132.6	2,658.0	2,525.4
2044				144.4		144.4	3,029.2	2,884.9
2045				157.2		157.2	3,434.3	3,277.1
2046				171.2		171.2	3,892.5	3,721.3
2047				186.4		186.4	4,421.0	4,234.5
2048				203.0		203.0	5,003.3	4,800.2
2049				221.1		221.1	5,682.0	5,460.9
2050				240.8		240.8	6,460.5	6,219.7
2051				262.2		262.2	7,333.9	7,071.7
2052				285.6	2,855.6	3,141.2	8,324.4	5,183.2
計	17,189.5	630.7	17.2	3,245.5	3,650.4	24,733.4	68,558.7	43,825.3

FIRR= 5.3%

※事業費、維持管理費、更新費、料金収入は全て物価変動を考慮している。

出典：調査団作成



## (6) わが国企業の技術面での優位性

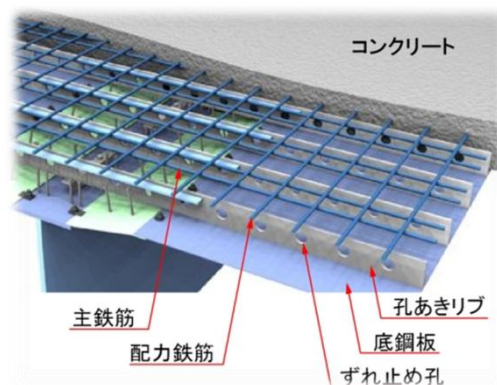
### 1) 国際競争下での我が国企業の優位性と本プロジェクトへの参画の可能性

架け替える上部工の形式として推奨されている合成床板と耐候性鋼材を使用したトラス橋は我が国企業が技術面での優位性を持ち、インドにおいては新しい橋梁タイプとなる。

#### a) 合成床板

図 ES-9 合成床版図

トラス橋に使用される合成床版とは、鋼板または形鋼とコンクリートが一体となって荷重に抵抗するように構成された耐久性に優れた床版で、特徴は以下である。



- 通常の RC 床版や PC 床版に比べて耐久性が高く長寿命
- 維持管理が省力化されライフサイクルコストが低減
- 長支間床版に適用可能
- 下面が鋼板で覆われるため、コンクリートの剥落がない
- RC 床版や PC 床版より版厚を薄くでき、荷重低減が可能
- 型枠と型枠支保工が不要のため、現場工期の短縮が可能

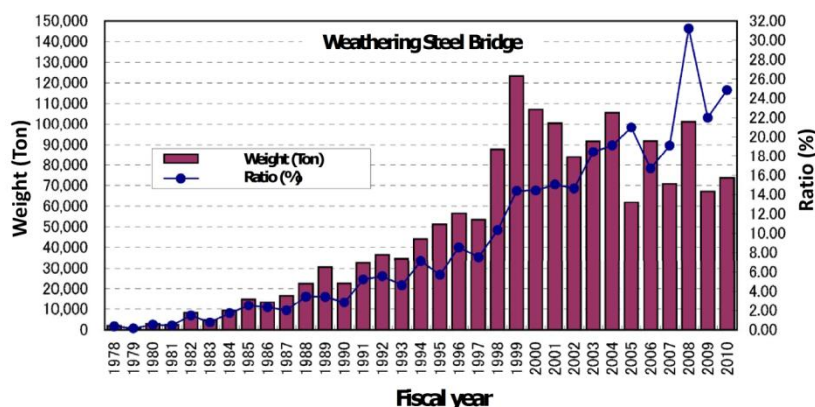
出典：JFE エンジニアリング

以上のように多くのメリットを有することより比較的新しい構造形式として日本国内では多く採用されている。

#### b) 耐候性鋼材

耐候性鋼材とは、鋼表面に保護性錆（安定錆とも呼ぶ）を形成するように設計された低鉄合金鋼である。現在、日本においては全鋼橋のうちの約 25%の橋梁において耐候性鋼材が採用されており、米国においては耐候性鋼材が 40-50%を占めている。これは維持管理に優れ、ライフサイクルコストが安価であるためである。

図 ES-10 日本における耐候性鋼材の生産量と占有率



出典：日本橋梁建設協会の資料を基に調査団作成

2) 日本から調達が見込まれる主な資機材の内容及び金額

日本から調達される可能性が高い資機材は耐候性鋼材である。図 8-1 に本プロジェクトで使用される耐候性鋼材の数量と金額を示す。

表 ES-16 日本から調達が見込まれる資機材

種別	本邦技術	数量 (トン)	単価 (US\$)	総額 (US\$)
上部工	耐候性鋼材	23,750	1,200/Ton	28,500,000

出典：調査団作成

3) 我が国企業の受注を促進するために必要な施策

我が国企業の受注を促進するために必要な施策は、我が国企業が優位性を持つ耐候性鋼材及び合成床版の技術優位性につきインド関係者の理解を得る事である。他方、本プロジェクトに参画を企図する我が国企業は、インドの橋梁建設技術との融合を図り、プロジェクトのスムーズな遂行とコスト低減を行う検討を十分行わねばならない。即ち、本プロジェクトは既設のコンクリート橋上部工を撤去し、鋼橋に代えるという前例の無い工事だが、その既設橋撤去には優れた橋梁建設技術を有するインド企業との共同が必須である。又、プロジェクトコストの多くを占める鋼トラス橋の製作につき、そのコスト低減の為に、日本では全く行われてないが、インドでは輸送コスト及び公租公課負担低減の為に一般的な現場での製作検討が要求される。この場合、耐候性鋼材はその鋼材特性から製作中の品質管理が必須であり、我が国企業の工場製作技術が活かされねばならない

## (7) 案件実現までの具体的スケジュール及び実現を阻むリスク

### 1) 案件実現までの具体的スケジュール

表 ES-17 事業実施上の標準的マイルストーン案

番号	イベント・マイルストーン項目	時期及び期間
1	円借款の要請	2015年5月
2	JICA ファクトファインディングミッション	2015年6月
3	協力準備調査 (JICA FS 調査)	2015年7月～2016年1月
4	JICA アプレイザルミッション	2015年12月
5	プレッジ	2016年2月
6	E/N、L/A	2016年3月
7	詳細設計、入札支援、及び施工監理コンサルタントの調達 (MORTH が実施)	2016年4月～10月
8	詳細設計/入札書類作成	2016年11月～2017年6月
9	工事請負者事前資格審査	2017年6月～8月
10	工事請負者入札/業者選定	2017年8月～10月
11	工事請負者承認審査/契約交渉	2017年11月～2018年1月
12	工事請負者承認	2018年2月
13	建設工事	2018年3月～2022年8月
14	瑕疵担保期間	2022年8月～2024年7月

出典：調査団作成

### 2) 実現を阻むリスク

本事業実施をするにあたって様々な事業を停滞、遅延させるリスクが存在する。それらのリスクとその対応策を検討した。表 ES-18 に事業遅延リスクと対応策をまとめた。

表 ES-18 事業実施上の遅延リスクとその対策

番号	遅延させる要因	対策案
1	詳細設計の遅延	<ul style="list-style-type: none"> <li>経験豊富なコンサルタント選定 インド国で調査または設計の実績、また、大規模橋梁の設計経験、適用される本邦技術の設計実績が要求される。</li> <li>関係ステークホルダーとの十分な連携</li> </ul>
2	用地取得	<ul style="list-style-type: none"> <li>用地取得機関との十分な連絡、連携 JICA 環境ガイドラインではカテゴリ-B に分類され、大規模な用地取得は生じないものの、取得規模に係わらず事前に関係機関への通知が必要とされる。</li> </ul>
3	コントラクターの調達	<ul style="list-style-type: none"> <li>経験ある入札支援コンサルタントを得ること JICA 有償案件でのコントラクター入札支援の経験を多数有し、入札条件に適した応札図書となっているか、また要求された本邦技術が施工可能かどうかを適切に判断できるコンサルタントを選定する必要がある。</li> <li>建設費予算に十分な余裕をもつこと</li> </ul>
4	施工工程	<ul style="list-style-type: none"> <li>経験ある請負業者の選定 インド国での工事实績または南アジアにおける大規模橋梁の施工実績、さらには要求された本邦技術の施工実績が要求される。</li> <li>厳格な施工監理</li> </ul>

出典：調査団作成

(8) プロジェクト位置図



出典：調査団作成