

インド高速鉄道プロジェクトについて

山崎 隆司¹・谷口 俊一²・松田 俊一³

¹フェロー会員 日本コンサルタンツ株式会社 代表取締役社長
(〒100-0005 東京都千代田区丸の内三丁目 4 番 1 号)
E-mail: yamazaki@jictransport.co.jp

²正会員 日本コンサルタンツ株式会社 インド高速鉄道推進本部 副本部長
(〒100-0005 東京都千代田区丸の内三丁目 4 番 1 号)
E-mail: taniguchi@jictransport.co.jp

³正会員 日本コンサルタンツ株式会社 インド高速鉄道推進本部
(〒100-0005 東京都千代田区丸の内三丁目 4 番 1 号)
E-mail: s.matsuda@jictransport.co.jp

インド高速鉄道プロジェクトは 2015 年 FS 調査が報告され日本方式の採用が日印で決定された。2016 年 12 月より詳細設計が開始され現在その最盛期にある。2017 年 9 月にはグジャラート州アーメダバードで起工式が行われ一部研修施設の工事が始まった。2018 年内には本体工事の入札が実施される見込みで本格的工事着工となる。このプロジェクトは日本の新幹線方式をベースとした初めての海外高速鉄道プロジェクトでありその概要を述べるとともに、インドにおける建設工事ビジネスの難しさと本プロジェクトで取り組んでいる対応策を紹介する。また今後のインフラ輸出の中で特に高速鉄道の輸出に当たり日本として取り組まなければならない課題について述べる。

Key Words: High Speed Railway, Infrastructure Export, India

1. インド高速鉄道の概要

インド高速鉄道は日本方式の採用を受け、現在詳細設計が鋭意進められている。インド高速鉄道の概要についてはいろいろな関係雑誌や講演会ですでに述べられておりご存じの方も多し。また海外プロジェクトでその内容について詳細に記述することは工事の入札前ということもあり、特に発注者との関係において制約がある。今回土木計画学論文という関係で本来は高速鉄道計画の内容について論ずべきと思う。しかし計画の詳細は現在進行形で協議中であり、かつ入札前で詳細を論ずることが難しい状況にあり、概要にとどめておくことをご容赦いただきたい。なお、このプロジェクトをはじめ日本政府の推進するインフラ輸出をさらに進めるため、土木界さらに日本国としてこれから取り組まねばならないことが多々ありこれについて私見を述べさせていただく。

(1) 1号線は最優先区間

現在計画されている 7 路線の高速鉄道計画¹⁾ (図-1)のうち、1号線ムンバイ～アーメダバード間は、インド鉄道大臣によるインド国鉄の近代化に係る専門家委員会

の報告書において優先整備区間の一つとして位置付けられている。

当該路線はインド最大の経済都市であるムンバイ（人口約 1,200 万人）と、モディ現首相が州首相を務めたグジャラート州の最大都市であるアーメダバード（人口約 560 万人）を結ぶ。約 500km という距離は、ちょうど日本の東京～大阪間にあたり、沿線には工業都市が発展している。

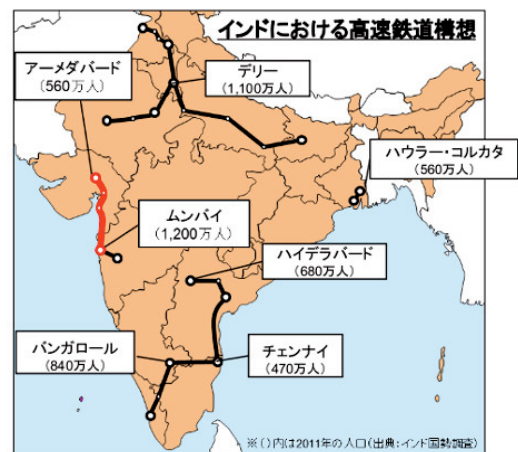


図-1 インドにおける高速鉄道計画 (出典: 国土交通省)

(2) プレ・フィージビリティ調査

高速鉄道 1 号線ムンバイ～アーメダバード間については 2009 年度にインド・RITES 社及びフランス・シストラ社等によるプレ・フィージビリティ調査が実施された。このフランス案は軌間をインド在来鉄道に合わせ広軌 1676mm（インド国鉄のゲージは 1676mm で大変広い）とし、都市部において在来線に乗り入れ、都市間において高速専用軌道を建設するというフランス TGV 方式であった。一方、これとは別に 2012 年度には国土交通省発注により日本の新幹線システムの導入を前提としたプレ・フィージビリティ調査を日本コンサルタンツ（以下「JIC」とする）が実施した。この日本案の特徴は軌間を標準軌 1435mm の高速鉄道世界標準として、在来鉄道には乗り入れない旅客専用別線を建設するものである。

フランス提案は①インド在来線が旅客・貨物ともに線路容量一杯に列車運行されており在来線に高速鉄道を入れる余裕がないこと、②乗り入れた場合在来線のダイヤ乱れにより高速鉄道の定時運行を確保できなくなること、③広軌の高速鉄道車両が存在せず最初から車両開発するため時間がかかること、④将来インドが高速鉄道輸出国になった場合標準軌でないと輸出できないこと等により日本方式の有利さが評価され、日本方式にて検討を進めるとの機運が高まった。

(3) フィージビリティ調査

2013 年 5 月の日印首脳会談において、両国の共同出資により同区間の高速鉄道整備の共同調査を行うことが合意された。この日印共同調査は他の高速鉄道プロジェクト案件と大きく異なる。通常は各国が高速鉄道プロジェクトに対し独自に調査を行い工事費、工期を提示する国際入札となるのが通例であるが、インド高速鉄道の場合は日印が共同で調査を実施してきており、各国システムとの比較を行いながらも、日本の技術を基本として計画原案が作られている。

これを受け JICA とインド鉄道省（以下「MOR」とする）は 2013 年 12 月から 2015 年 6 月まで、共同調査「インド高速鉄道開発計画プロジェクト」を実施した。JIC、日本工営(株)（以下「NK」とする）、(株)オリエンタルコンサルタンツ（現(株)オリエンタルコンサルタンツグローバル（以下「OCG」とする））は共同企業体 JICC を設立し、基本計画や建設計画の策定、需要予測、概算事業費の算出、事業スキームの検討などを行った。

FS 調査内容はインド国内で議論され、日本提案を受け入れる形で 2015 年 12 月日印首脳会談が開かれ「日本の新幹線方式の採用」が決定された。FS 調査の時点、精度においては総事業費約 1 兆 8000 億円、うち用地費支障移転費等を除いた大半が円借款として見込まれた。

(4) フォローアップ調査

共同調査の完了後、インド初の高速鉄道の導入に際し、技術基準などが未整備の状況であり、円滑な事業実施のために各種技術基準を整備することが大きな課題と浮かび上がった。このような状況を踏まえ、JICA により 2016 年 2 月より共同調査をフォローアップする調査として「インド国高速鉄道に係る制度整備支援プロジェクト」が 2018 年 2 月まで進められた。（写真-1 参照）削除

(5) 詳細設計調査

2015 年 12 月の首脳会談にて、共同調査の結果に従い、ムンバイ-アーメダバード間への新幹線システムの導入が合意された。これを踏まえインド側からインド初の高速鉄道の導入に向けて、詳細設計及び入札図書作成について支援要請があった。

2016 年 11 月、日印首脳会談が開かれ「2018 年着工、2023 年開業を目指す」が確認され、詳細設計が進められることになる。JICA は「インド国高速鉄道建設事業詳細設計調査」（以下「連携 DD」とする）に 2016 年 12 月に着手した。これを受け JIC、NK、OCG は共同企業体 JICC を設立し、詳細設計、入札図書作成および円借款事業の入札支援等について、現在設計調査を進めている。

詳細設計は通例相手国からの発注であるが、インド高速鉄道は大変急がれている事業であり、全体の工期を短縮するため JICA による発注のもと、詳細設計調査が開始された。このように 2013 年から数度に及ぶ首脳会談で、インド高速鉄道が日本の新幹線方式で正式にスタートすることになった。

(6) 起工式

2017 年 9 月 14 日グジャラート州最大都市アーメダバードでモディ首相と安倍首相の両首相の出席の下インド高速鉄道の起工式が行われた²⁾（写真-1）。



写真-1 2017年9月のインド高速鉄道起工式にて
（出典：首相官邸）

本体構造物については設計途中であるが、研修施設の一部を入札し起工式を行ったものである。安倍首相を迎えたアーメダバードでは歓迎パレードが行なわれ、沿道に 8 万人以上の市民が国旗を振って熱狂的な歓迎を行った。

2. インド高速鉄道事業概要

ムンバイ～アーメダバード間のインド高速鉄道の基本情報は表-1のとおりである。

表-1 インド高速鉄道基本情報

項目	諸元
全長	505km
駅数	12 駅 (予定)
軌間	1,435mm (標準軌)
営業最高速度	320km/h
所要時間	約 2 時間

(1) 路線

ムンバイ駅はムンバイ旧市街から約北 10km にある大規模開発予定地 (BKC) の地下に設ける。大規模地下駅となり日本の上野地下駅より規模が大きい。都市中心部の旧市街地が狭く密集しており、近年都市が北側に拡大して発展しており将来の都市開発を睨んだ位置選定となった。旧市街地とは地下鉄で結ばれる。

タネクリーク (写真-2) と呼ばれる入り江を海底トンネルで抜けタネに至る。そこからは高架橋で北上する。デカン高原の西端を進み標高は 50m から 150m で大きな山やトンネルはないが、長大河川部が 2 橋梁ある。駅は 12 駅の予定でムンバイ地下駅以外は高架駅である。路線長 505km を Rapid Train では約 2 時間で運行する予定である。



写真-2 タネクリークとマングローブ保護区

(2) 構造物

インド高速鉄道では FS 調査では盛土方式が採用されたが、用地買収の縮小と沈下対策等のため高架構造に見直しされた。日本は振動騒音対策でコンクリートラーメン高架橋が多いが、インドの場合、施工性と品質確保の観点からコンクリート桁式高架橋を採用する。また鉄道・道路等との交差部においては短時間施工での橋梁架設の観点から、鋼構造物の採用を検討している。

構造物で難工事と思われる箇所は、海底トンネルと営業線近接のバドーダラとアーメダバードの 2 駅がある。海底トンネルは上部入り江がマングローブ保護地区で立坑に工夫が必要である。

バドーダラ駅とアーメダバード駅 (写真-3) は在来線の直上に高速鉄道駅をつくる。日本であれば在来駅を大改良して新駅スペースを生み出し、高速鉄道駅工事を行うのが通例である。インドの場合在来線を改良すると時間と費用がかかるため極力避けたいとの意向が強く、在来線をなるべく触らない方法を取るようになった。



写真-3 アーメダバード駅構内

(3) 軌道

メンテナンス軽減のため極力スラブ軌道とする。スラブ軌道技術はインドにはないため技術移転が必要となる。

(4) 車両基地

起点側のタネと終点側のサバルマティに車両基地を作る。特にサバルマティには検修のための車両工場を作る。

(5) 電車線、信号

電車線はコンパウンドカタナリー方式を採用。信号方式は JR 東日本で使用しているデジタル ATC を採用する。

(6) 車両

320km/h 運転可能な JR 東日本の E5 系をベースに、イ

ンド仕様として軸重、空調、アクティブサスペンションなどを見直す。車両については MII（メイク・イン・インド）の要請が強くインド国内生産の検討を進めている。

(7) チケット販売システム

インド国鉄で採用している CONCERT という販売システムがあり、この活用を検討している。

(以上については、現在インド側と検討中であり、変更もありうる)

3. 詳細設計調査の推進体制

(1) 技術基準・設計支援委員会

インド高速鉄道は日本が国を挙げて進めるインフラ輸出の中核的事業となるものである。事業は日印政府間協議に基づき進められるが、政府レベルでは日印合同委員会、日印技術会合等がある。コンサルタント技術提供だけでなく第 3 者機関的に日本の高速鉄道専門家で構成する技術基準委員会・設計支援委員会が設置され、下記の内容を検討している。

- ・ 技術基準の妥当性の確認
- ・ 設計における、適用基準及び設計条件が適切であるかの確認

また、技術基準・設計支援委員会にはまとめの機能として総合調整分科会があり、その下に専門技術分野ごとに 11 の分科会が設置されている。(①コンクリート・基礎②鋼・合成構造③土構造④トンネル⑤軌道⑥電力⑦信号通信⑧運行管理⑨車両⑩防災⑪駅設備) 各々の専門技術については各分科会で議論し方向性を出し、委員会でオーソライズすることとしている。

なお、インド高速鉄道の建設・運営主体としてインド高速鉄道公社 (National High Speed Railway Corporation Limited (以下「NHSRCL」とする)) が 2017 年 4 月に設立されており、技術協議はこの公社を中心に進めている。

図-2 に事業全体の関係を示す。

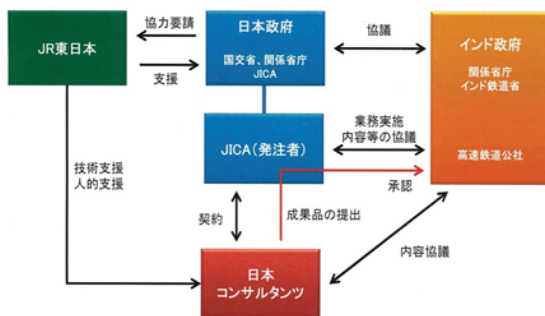


図-2 技術協議に関する事業全体の関係

(2) JICC 調査チームの体制

高速鉄道計画をまとめるコンサルタントには新幹線の技術的知見や高い調査・計画策定能力を有し、円借款事業の一連の流れや手続きに精通していることが求められる。そのため JIC、NK、OCG と 3 者で共同企業体 JICC を設立し、オールジャパンの体制で業務の遂行にあたっている。JIC の技術者は JR 東日本、JRTT（鉄道運輸機構）、JR 東海、JR 西日本、JR 九州、東京メトロ、西武鉄道、東急電鉄、大阪市交通局などの鉄道事業者や国内コンサルタントなど多くの関係機関から応援をいただいている。また JIC として OB 技術者の採用、社会人採用を進め要員確保を行っている。

主な業務内容は基本設計図書・標準設計図書・詳細設計図書の作成、入札図書の作成、工事コスト見積り、標準施工図の作成、請負者の調達に対する発注者支援、交差箇所一般図 (GAD) の作成、プロジェクトの環境影響評価等に対する MOR や NHSRCL の支援などである。

また、業務を効率的に実施するため、特にインド国のデータ収集、インド鉄道の技術基準・施工基準などの情報収集を中心に、ローカルコンサルタントへ業務委託を行っている。国内業務についても、高速鉄道の設計専門的分野において鉄道総研や経験のある国内設計会社に業務委託を行い照査を含め設計業務を進めている。体制を図-3 に示す。

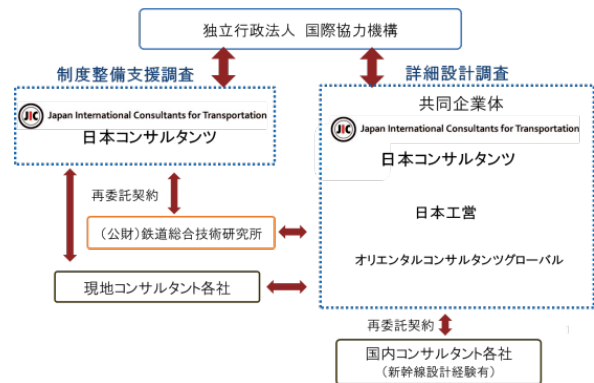


図-3 調査チームの体制

2016 年 12 月設計業務の開始に伴い、2017 年 1 月 JICC はデリー近郊のグルガオン市内に事務所を開設した。ニューデリーまでは約 25km、車で約 1 時間の位置にあり、2018 年 4 月現在約 230 名のスタッフ（日本人約 130 人、インド人約 100 人）が業務を行っている。

4. 高速鉄道公社の人材育成について

(1) 人材育成の必要性

高速鉄道の運営を行っていく上で実際にオペレーショ

ンやメンテナンスを行う「人材」を育成することは、極めて重要である。今回のインド高速鉄道プロジェクトにおいてもインド側から「モノ作り」と「ヒト作り」を両輪として進めたいとの要請があり、日印間で合意した。目指すものはインドに高速鉄道を作ることだけではない。インド人が高速鉄道を将来にわたり運行・維持管理を行い、自分たちの手でより良いものに発展させていくことを目指している。現地で働く人材の育成は非常に重要な役割を担う。インド人の人材育成を進め、将来的に日本人のサポートなしですべての業務をインド人自身が行えるようにすることが最終的なゴールである。

なお、NHSRCL はすでに設立されているが、本格的な社員採用はこれからである。インド高速鉄道開業に向け、採用計画と人材育成計画を連携させていく必要がある。

(2) 人材育成メニュー

インド高速鉄道プロジェクトの人材育成については、対象別に下記の三種類が計画されている。

a) 幹部社員を対象とするもの

NHSRCL の幹部社員を対象とする研修で、JICA が 2017 年度日本側で研修を実施した。鉄道の経営、組織、新幹線の歴史と技術、高速鉄道の運転、設備保守、システム、顧客サービスなど現場も含め実際に JR 東日本が取り組んでいる高速鉄道の経営と技術を学んだ（写真 4 参照）。大変効果のある研修として高い評価を受けた。



写真4 研修風景（鉄道高架化工事視察時）

b) 中核社員を対象とするもの

NHSRCL 本社の課長職や現場の管理職社員となる予定の中核となる人材を採用・選抜し、コアスタッフ研修として運営準備と運営開始後の核的人材の研修を行う。またこれらの人材が現場第一線社員を研修する際に指導者になる。日本に呼び寄せ、数か月間の訪日研修を行い、帰国後指導者として役割を果たす。数百人規模になる。

c) 現場第一線社員を対象とするもの

現場第一線で働く現地スタッフを対象とした研修で、これはインド国内で行う予定である。新しい鉄道を運行

する公社社員として育てるもので数千人規模になる。

これらインド高速鉄道の人材育成を行うための研修施設をインド国内に建設し、スタッフを育成していく計画である。この研修施設はグジャラート州バドーダラのインド国鉄の鉄道学園に隣接して設置し、2017年9月建設が始まった。研修を行う教室や運転シミュレーターなどの訓練設備のほか、研修生の宿泊施設も併設し、日本での乗務員養成のように長期教育も実施可能となるよう計画している。

(3) 人材育成と管理運営方式

人材育成にはそこで働く人の組織体制作りが必要である。まず NHSRCL の組織作りをしなくてはならない。どういう組織でどういう管理運営を行うのかを決める必要がある。会社として列車運行の仕方やメンテナンスの方式を決めて規程を作る。特にメンテナンスについては直轄か外注かを決めそれに基づいた組織と規程を作る。その規程に合わせた教科書を作りそれを基に研修指導を行う必要がある。現段階では会社が作られ幹部は順次配置されつつあるが、本格的な社員採用はこれからである。運行・メンテナンス方式の検討も今後となる。

5. インド高速鉄道の難しさと課題

(1) インドと日本

インドは近いうちに人口規模で中国を抜いて世界一になる。経済成長も 7% 台かそれ以上を今後も期待できる。インドはアジアの大国であるが、日本とは歴史的な対立も溝もない。地政学的にも市場的にも重要な国であり、インドに対し友好国として太いパイプを持つ必要がある。日本政府はインドを最重要国として位置付けておりこの大きな方針を受け、現在最大の円借款被供与国となっている。

しかし、インドとの国際関係は改善の余地も大きい。インドはビジネスリスクとなりうる課題を未だに抱えているものの、教育のレベルは高く優秀な人材が多い。また人間関係を大切にするなど日本人の気質に合ったところも多い。深く付き合えばインドは信頼を持てる国であり、パートナーが組める相手であると思われる。

(2) インドビジネスの難度

インドの ODA で大きな鉄道プロジェクトはデリーメトロがある。デリーメトロは 1998 年着工され、2006 年フェーズ 1 で 65km、2011 年フェーズ 2 で 125km が開業した。フェーズ 3 も順次開業している³⁾。デリーメトロは日本の ODA の成功事例として評価され、工期内・予

算内で完成させたことが驚異とされ称賛された。事業主体の地下鉄公社（DMRC）はこの成功を背景に、インド国内の他都市の地下鉄の技術指導やコンサルティングまでできるようになった⁴⁾。

工事については日本のゼネコンが受注したが厳しい収支となったと聞く。車両については日本の商社が受注しフェーズ 1 で 280 両生産した。しかし日本の車両メーカーは参画せず韓国製であった。三菱電機の駆動装置は占有率 6 割強を占めるなどはあるが、インドのビジネスは日本企業には厳しい市場であった。

貨物専用線（以下「DFC」という）では本邦技術活用条件（STEP）が適用されることとなった。しかし、軌道含めた工事で日本のゼネコンの受注はなく、日本の商社がインド企業と組んで進めることになった。

インドのビジネスは難しいと尻込みする企業もあるが、日本政府・JICA も総力を挙げて後押しをしており、今後は日本企業も積極的に参画していただきたい。

(3) 国際入札ルール

インドではインフラ工事について国際競争入札するのが原則である。反植民地主義と非同盟主義が強く、特定の国や企業に依存することを望まない。また入札では競争を常に条件とする。契約範囲も日本では想像できない長い工事区間が入札パッケージ（契約範囲）となる。日本の新幹線工事で発注される工区は数 km 単位であるが、インド DFC では数百 km の工区である。契約についても国際契約約款イエローブックによる設計施工一括方式（デザインビルド）が多い。

日本のゼネコンはリスクが大きいと、大きなパッケージとデザインビルド方式を好まない。国際入札工事ではデザインビルド仕様は当たり前であるが、日本国内工事の詳細設計付き契約方式とは異なるため、リスクが大きいと見られている。

(4) パッケージ分け

オールジャパンでインド高速鉄道を進めるというのが一つの合言葉になっているが、これは何もコンサルタントだけの体制ではない。これから工事を進めるコントラクターについても同様である。これらを踏まえ日本政府や JICA としても日本企業の参画を後押しすべく、日本企業の要望を取り込みながら政府間協議を進め、工事発注のパッケージ分けが定められた。

インド高速鉄道ではパッケージが多くリスクを小さくして日本企業が参加しやすくしている。また一部ではあるが設計施工分離方式を取り入れ日本企業の取り組みやすさを考慮している。このため逆にコンサルタント側に大きな負担が発生する。

高速鉄道が安全に運行されるためには全ての技術分野間の調整を行う必要がある（これらを「システムインテグレーション」という。）、これが極めて重要な仕事になる。特に技術境界のところ、つまり工区境界、技術接続点、工期の調整等が重要になる。パッケージが多いと調整業務が増えるが、日本企業進出を促すためコンサルタント側としても技術間調整に努力したい。

(5) リスク低減策

高速鉄道プロジェクトでは土木工事ウェイトが全体の 6 割くらいを占め大きい。土木工事は全工事期間を通じて現地作業となり、「顔の見える援助」とするため日本のゼネコンの進出が期待される。商社に任せてインドゼネコンを使えばよいという声もあるが、実際日本のゼネコンへの期待は大きい。日本のゼネコンの進出を促すため、コントラクター側だけでリスクをかぶらないで進める契約方式を模索中だ。

在来線の直上に建設されるバドーダラとアーメダバードの 2 駅は難工事となると思われる。施工ノウハウを反映した設計を行うことが工期・工事費の圧縮につながり、全体としての効率的な工事になる。設計時に施工ノウハウを提供するコントラクターが工事受注できる仕組みを作る必要がある。コントラクターがフィービジネスで工事受注する新たな方式も検討されている。（これを「CMGC」方式という。概念図を図-4 に示す。）この方式はアメリカで実施済であるがインドでは実施事例が無い。これ以外にも様々な分野でリスク低減の取り組みが必要である。

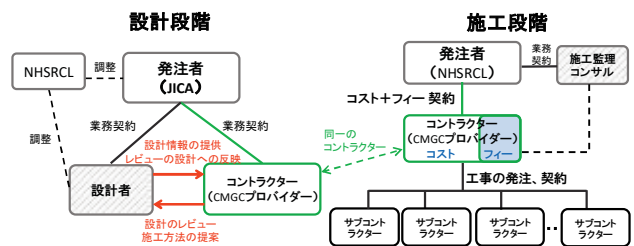


図-4 CMGC方式概念図

(6) 法制・税制、保険、用地取得

インドでは税問題は大きい。特に、受注企業側にとり法人税、個人所得税は大きな負担である。課税対象項目と税率の明確化や低減税率の適用に関する手続きの迅速化など、インド側の対応を促している。

インドは草の根民主主義の国であり用地買収に時間がかかることが懸念される。プロジェクトの工期延伸の最大理由は用地買収・住民移転と行政手続きが多いと言われる。用地買収・住民移転はインド側で責任を持って担

当することになっているが全体の進捗がまだ見えない状況である。用地買収遅延に伴う工事の遅延リスクがコントラクター側やコンサルタント側に来ることのないよう、これにキチンと対応する必要があるが、これからの大きな課題である。

(7) 駅周辺整備

インド高速鉄道計画は日本の新幹線技術をベースに組み立てられてきたが、駅周辺の計画については今まで議論がされてこなかった。鉄道を建設し高速運転する技術を中心として準備が進められてきたからだ。日本の新幹線の特徴は高速運転によるものばかりでなく、駅と街作りが一体となって整備され、相乗効果が新幹線の効果を高めていることにある。街作りには新幹線通勤の効果も大きい。

インドの駅周辺は鉄道と道路の用地区分がはっきりしていて、バスやタクシーが駅舎直近まではアクセスできないケースもある。駅前広場が無く交通機関乗り換えの空間も考慮されていない駅もあれば、駅周辺は乗り換え交通で混雑し、露天商店も張り付きごった返しているところもある。役所の縄張りもある。今回高速鉄道の駅を整備するに当たり、駅と乗り換え交通の広場や街作りを考慮していく重要性を伝え、日印で検討を進めることになった。一例として、ムンバイ地下駅予定地の現況を写真-5に示す。



写真-5 ムンバイ地下駅予定地（現在は空き地）

(8) メイク・イン・インド

モディ首相の政策にメイク・イン・インド（MII）がある。これはインドにない生産技術を日本から学んだ上で、インドで国産化するというもので大きな政策目標になっている。雇用確保の政策でもある。なるべくインド製品を使うことを考えているが品質の問題がある。高速鉄道の場合、特に車両のインド生産が注目されるが車両だけに限らない。土木建築はインド生産が多いと思われるが、スラブを含めた軌道材料、電気設備、機械設備も含まれる。各分野でそれぞれの工場設備と技

術・品質の確保できる状況に応じた対応が必要となる。

工事入札は価格が厳しいものになるから日本人、日本製品の使い方も工夫する必要がある。日本人の数を減らし、インド人技術者を育成活用し、インド製品の活用を考えなければコスト低減が出来ないだろう。メイク・イン・インドは大きな流れの中で取り組む必要があるが、特に要望の強いテーマである。

(9) 厳しい工程と重要な工程管理

日印首脳会談で決められた工程は、「2018年着工、2023年開業を目指す」となっており、その工程は極めて厳しい。東海道新幹線は工期5年半で完成したが、同じ工期で進めるにはあまりに条件が違う。特に用地買収と行政手続きが日本と違う。また難工事として地下トンネルや在来線直上2駅があり、時間がかかる要素が多い。特に在来線との調整はインド国鉄との協議に時間がかかると思われる。

その中で現在なるべく早く本体工事の入札を進めるべく準備を進めている。2018年内には本体工事着工が見込まれており、本体工事の設計・入札支援及び施工監理契約を終えていなければならない。工程管理はこのプロジェクトの重要なポイントであり、日印関係者の協力が是非とも必要である。

(10) 政府間交渉の重要性

オールジャパンで取り組むインド高速鉄道については、関係する様々な問題やリスクは国と国、また国と関係企業との間で大きなものがあり、民間会社だけで解決できないことが多い。スタート時点では決められないこともある。高速鉄道は日本政府とインド政府が進めるインドの国家事業であり、様々な問題について政府間で協議し解決策を見出すことが必要と思われる。

円借款事業はスタートすれば通常の事態は関係当事者で解決せよとなることもあろうが、このインド高速鉄道事業はそうならないと思われる。インド高速鉄道はインドで初めての事業であり運行開始するまでまだまだ多くの課題を乗り越えていかねばならない。両国政府を中心とした推進体制と政府間交渉が成功のカギとなるため、関係者の連携を強くお願いする次第である。

6. 海外高速鉄道プロジェクトのこれから

まだ緒に就いたばかりでこれからの高速鉄道の進め方を論じることは早い気もするが、現在の問題点を議論してこれからの展望につなげたい。

(1) 技術者の不足

この高速鉄道プロジェクトを進めるに当たり、一番の問題は技術者をどう集めるかという点にある。これは調査・設計・施工監理を進めるコンサルタンツ側の問題でもあるが工事をするコントラクターの問題でもある。パッケージにもよるが日本リードの縛りのあるパッケージでは日本企業が日本企業を中心とした JV でないと入札に応募できない。日本国内がオリンピックを控え建設業界が活況を呈し、人手不足の状況の中で動き出したインド高速鉄道プロジェクトであるが日本企業から応募したいという声が少ない。その背景として海外プロジェクトの経験技術者が少ないという点がある。特に土木については過去海外プロジェクトで赤字を出した企業があり海外展開を縮小し、人材育成も進んでいないという状況が背景にある。

日本国の成長戦略として海外インフラ輸出を積極的に進めて行く以上、海外で活躍できる技術者の育成は急務である。今までの技術者育成は企業による企業内教育の OJT によることが大きい。しかし長年にわたる海外事業縮小の影響があり海外技術者は少なくなっている。今こそ海外技術者の育成を国挙げて進める必要がある。

海外技術者の育成は一部の大学にコースがあるが、全体として組織的に進められているわけでは無い。大学の教育者に海外プロジェクトの経験者が少ないことと海外プロジェクト技術者のニーズが少なく今まで組織的育成の必要性が少なかったことによる。また業界や協会の中に育成コースがあるが組織的なものでもない。しかし状況が変わり海外技術者の育成が急務となっているためその育成方法と育成内容を見直す時期にある。

海外で業務に従事するためには、国内でどの様に工事を進めるかを経験した後で海外業務をする必要がある。このため学生に教えるより企業の若手技術者を教育してから海外に送り出すことが大事になる。海外では日本国内より契約が重要になる。英文の何百ページもの契約書にサインをしてその契約に基づき工事が進められる。途中様々な事柄や状況の変化に対してその設計変更を含め厳しい協議をしてプロジェクトを進める必要があるが、これも契約書に基づいて処理されることになる。このためには海外での契約実務経験が重要となる。なるべく短時間で海外業務を習熟するには社会人コースを作りカリキュラムを整備し、必要な知識を整理して学ぶ必要があると共に、国が支援することで民間各社も人材育成に力を入れられるのではないと思う。

(2) 国際競争に勝てる高速鉄道技術

今回のインド高速鉄道プロジェクトは国挙げてのプロジェクト推進で日本が受注に成功したものである。新幹

線は日本の誇る技術である。しかし次回同じように国際競争に勝てるとは限らない。高速鉄道プロジェクトは国際競争が激しい技術分野であり、これからの国際競争について勝てる技術を引き続き磨いていく必要がある。

日本の新幹線は東海道新幹線開業から 54 年を経ており基本的にはそれがベースとなっている。今の整備新幹線は改良が重ねられ営業速度 320 km/h まで向上してきたが設計速度自体は 260 km/h のままで変えていない。整備新幹線では、設計速度と実際の営業速度が逆転した状態となっている。設計速度を営業速度に修正しながら進めているのが実態である。現在の世界の高速鉄道は 300 km/h を超える高速走行が中心であり、国際的技術競争が厳しい中で、本来営業速度に合わせた設計基準で作り上げていくべきである。

一方中国は 2004 年以来日本やヨーロッパの技術を取り入れ、自国に合った設計基準を作り 14 年間で 29,600km を建設し、そのうち 1 万 km は営業速度 300~350km で営業運転している。営業速度と設計速度も合わせるように設計基準が作られている。日本の新幹線を輸出する場合、日本の設計基準をベースにするものの、その国にふさわしい高速鉄道システムを提供できるよう設計基準を整備していく必要がある。

国際競争は価格と品質で戦っている。高速鉄道の技術分野は土木、軌道、建築、電力、電車線、信号、通信、システム、車両基地、高速車両、運転、指令設備など多岐にわたり参画メーカーも多数に上る。このような技術集積の高いシステムにおいては、性能や品質との関連を見ながら全体のコスト削減をどう実現するか、相互に関連性のある技術分野を調整しながら進めていく必要がある。技術全体を見ながらコスト削減を進め、最新の技術革新や新技術を取り込むにはバラバラにやっても実現できない。インフラ輸出を進める国が主体となってまとめていくことが必要と思われる。幅広い技術分野を見て、また多くのメーカーの参加を得て、新技術の取り込みとコスト削減を進めた「新」新幹線を作り上げなければ国際競争の激しい高速鉄道分野で勝ち残っていくことは出来ない。

(3) 「新」新幹線構想

今四国で新幹線整備の大きな要望が上がっている。整備新幹線が北海道、北陸、九州と進められておりいずれ完成を見る。その次をどのようにしていくかも含めて議論になりつつある。JR 四国は在来線のみで営業キロ 855km、単線化率 94.1%、電化率 27.5% で高速道路との競争で大変厳しい経営状況にある。四国の鉄道施設は脆弱である。JR 四国の経営努力だけで将来的に鉄道が生き残れるのか、何か打つ手はないのか、大きな岐路に立た

されている。このような背景の中で四国と岡山・大阪を結ぶ四国新幹線が計画された。本四架橋で岡山から四国に渡り松山、高知、高松徳島と 3 方向に分かれる。四国新幹線計画では沿線人口は北海道幹、北陸幹に比較して多いものの各都市行止まりというネットワーク上不利な状況にある。しかし本四架橋は 30 年以上前に将来を見越してすでに新幹線が走れるように荷重・空間が考慮されておりこの点は有利だ。しかし四国新幹線を今までの延長線で整備することはコストと効果の面で得策ではない。四国の現状を考えれば長く待てる状況に無い。如何にコストを落とし如何に早く整備していくかが重要である。

一方で四国新幹線は最近の技術開発を取り込み最先端の新幹線としたい。無線による信号制御、自動運転、IoT や AI を取り込み運転技術だけでなくメンテナンス技術を含めた最新鋭の新幹線を作り上げていくようにしたい。しかし四国新幹線だけでそれだけの技術開発と新技術採用に取り組むことは難しい。将来この技術を世界に輸出できる技術として作り上げていくのが得策ではないかと考える。最先端技術を取り込みインフラ輸出で国際競争力を持つ新幹線を「新」新幹線と名付けた。この中でコスト削減の大きな柱は単線新幹線である。四国新幹線は需要と列車本数から言って単線新幹線で賄える。但しすれ違いで工夫が必要であり、必要な個所にすれ違いが出来る設備を設ける検討も必要である。しかし単線をベースに作ればコスト削減が進みプロジェクトの実現性が近づく。

同じようにアジア各国には需要の少ない路線であるが新幹線を欲しいというニーズがある。日本の現在の新幹線規格だけでなく、コストを削減し最新の技術を盛り込んだ選択肢のある新幹線技術が提案出来れば様々なニーズに対応可能なインフラ輸出の道が開けると思う。その試験線としての四国新幹線を位置付け新技術を盛り込んだ国際競争力のある「新」新幹線を開発したい。

(4) メイク・イン・インディア (MII) からメイク・ウィズ・インディア (MII) へ

インドは自国への技術移転と自国生産にこだわる。インド国内生産をメイク・イン・インディア (MII) と言いインド側の強い要求項目になっている。特に新幹線車両の製造についてはインドでの組み立て生産の希望が強い。車両だけでなく土木構造物においても鋼橋梁はインド製を希望している。新幹線に使う製品は品質基準が厳しくその性能を満たさないと使用できないため、工場製品の品質や製造ライン、溶接技術等様々な観点からの確認が必要になる。品質を満たすものについてはインド製を使う要望に応える必要がある。問題は品質が満たない場合の対応で、技術指導をして品質を確保するのか、日

本製を輸出していくのか方向を決めていく必要がある。

高速鉄道の技術分野は、土木、軌道、建築、電車線、電力、通信、信号、システム、高速車両、運転計画等幅広く多岐にわたる。この高度な技術の習得と国内内製化はインドにおいては重要なテーマである。中国では過去の苦い経験がある。日本の新幹線の技術協力で進めた中国高速鉄道は、ほんの短期間で国内整備を進める一方技術輸出に力を入れ出し、日本と国際舞台で競合するようになった。日本は日本が教え中国が習得した技術と戦わなければならない状況になった。コストは明らかに中国の方が安く、日本は先端的かつ高度な技術分野でしか戦えなくなって来ている。かつて 150 年近く前、日本が近代化を目指しイギリスから鉄道を学んだことになぞらえる人もいる。先進国は常に追われる身でもある。

一方インドの場合はどうであろうか。インドは新幹線技術を学びたいといい、日本も大いに技術を教えまた国内生産に協力しようとしている。その意欲と熱意はすさまじく、おそらく短い時間で技術習得できるであろう。かつて中国で起こったことが同じように起こる可能性が強い。

日本の将来を考えた場合、国内生産が伸び悩みいづれ海外に活路を求め国際建設市場で仕事をやらなければならない時代が来るであろう。特にインフラを担う土木の分野はその傾向が強い。そのとき、日本人技術者がどの様な役割を果たせばよいのか、海外では大勢の日本人技術者で仕事を進めるようなやり方は出来ない。日本人技術者はあくまでもプロジェクトマネジメントと高度な技術分野でしか役割を果たせない。その背景には日本人の件費は高く、極力人数を絞らないと他国とのコスト競争に勝てないからだ。また日本人技術者の育った生活環境からして世界の過酷な生活環境の中で大勢が生活できるとも思えない。やはり高度な技術者は待遇を良くして送り出すという形になる。一方で中堅技術者や現地技術者は人数が必要となる。件費が安く、かつルールに従い監理をしていく技術者（プロ B・プロ C）を沢山育成し現地で活用していく必要がある。

日本人と一緒に働く人材は勤勉で価値観が共有されているのが良い。また言葉として国際共通語の英語が喋れる必要がある。この点インド人は日本人とパートナーを組むには適していると思われる。インドは過去国家として戦争をした歴史が無く、かつ友好的な関係で付き合い合える国であるといえる。また英語が公用語になっておりほとんどの人が英語を話せる。インド人とは単に今回のムンバイ・アーメダバード高速鉄道プロジェクトを進める関係だけでなく、将来的にパートナーとして組んで国際的な高速鉄道建設工事を進めていく事が出来れば、今回のプロジェクトは大いに意味のあるものになる。インド

と一緒に世界の高速鉄道建設市場に参画したいし、またできるのではないかと思う。メイク・イン・インド（MII）からメイク・ウィズ・インド（MWI）に向けて両国の絆を強めたい。

インド高速鉄道プロジェクトは着実に進展しているが、述べたように課題も山積している。オールジャパン体制を整え、インドと日本にとってベストなものを見つけ、この国家プロジェクトを成功させていきたい。まずは、現在入札手続きが進められている研修施設と本体工事の入札に向けて準備を進め、成功への第一歩を踏み出したと考えている。

参考文献

- 1) 国土交通省：報道発表資料，2015.
<http://www.mlit.go.jp/common/001113196.pdf>
- 2) 首相官邸：インド訪問，2017.
https://www.kantei.go.jp/jp/97_abe/actions/201709/14india.html
- 3) 運輸調査局：運輸と経済 2017 年 8 月号，pp.24-31. 2017.
- 4) 日本鉄道システム輸出組合：世界鉄道市場便覧インド編，pp.37-43，2017.

MUMBAI-AHMEDABAD HIGH SPEED RAILWAY PROJECT in INDIA

Takashi YAMAZAKI, Shunichi TANIGUCHI and Shunichi MATSUDA

In 2015, the Joint Feasibility Study for Mumbai-Ahmedabad High Speed Railway Project was completed, which led to an agreement by both Indian and Japanese governments to adopt the Japanese Shinkansen system. In December 2016, “the General Consultancy of the Mumbai-Ahmedabad High Speed Railway Construction Project” began under JICA’s support framework, and currently its works are in the most intense stage. The ground breaking ceremony for the project was held in Ahmedabad, Gujarat in September 2017. The construction for the Training Institute at Vadodara commenced subsequent to the ceremony. In 2018, the construction for HSR civil structures is expected to commence following a bidding process.

This paper discusses the outline of the first high speed railway project abroad to adopt the Japanese Shinkansen system and mentions the difficulties encountered in the construction project business in India and measures to overcome the difficulties. The challenges for Japan to be addressed in the field of infrastructure export, particularly in high speed railway system export, are also discussed in this paper.