

インド共和国  
インド国道庁

インド共和国  
デリー東部外環道路建設事業  
に係る技術支援  
(ITS 補足調査)  
ファイナル・レポート

平成 30 年 6 月  
(2018 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社  
首都高速道路株式会社

## 要 約

### 1. 国の概要

インド共和国(以下「インド国」とする)は、南アジアに位置し、南アジア随一の面積と世界第 2 位の人口を持つ大国である。国の面積は、328 万 7,469 平方キロメートル、人口 12 億 1,057 万人(2011 年国勢調査)である。

インド国は、雨季、乾季、暑季の 3 つの季節に分かれ、6 月～10 月の雨季にはインド国西南からアラビア海の湿気を含んだ季節風(モンスーン)が吹き込み大雨となる。インド国の首都であるデリー首都圏は、人口約 2175 万人(国内第 1 位)を擁するインド国最大の都市である。インド国内外の有数の企業が進出し、デリー首都圏はインド国における重要な経済拠点である。

### 2. プロジェクトの背景・経緯及び概要

デリー市内を取巻く交通問題(通過貨物交通混雑、騒音等の環境悪化、交通安全上の問題、代替経路事情の劣悪な状況による移動の遅延・貨物破損等)が近年顕在化している。

そのため、インド国道庁(NHAI:National Highway Authority of India)が計画しているデリー市郊外の周辺環状道路の東半分の間(総延長 135km)について、インド側から我が国政府に対して円借款を活用して ITS(Intelligent Transport System、高度道路交通システム)機器を導入したい旨の要請があった。

これを受け、基礎的な情報収集が行われた。しかし、同国政府からの強い関心により、ITS 部分のみを切り出して円借款案件を形成することとなったため、本業務において技術面の適切性について検証するとともに、事業費、運営維持管理体制といった円借款の審査に必要な材料の調査を行うこととなった。

表 1 事業概要

項 目	内 容
事業名	デリー東部外環道路 ITS 機器導入事業
事業目的	デリー東部外環道路に ITS 機器を導入されることにより、同道路の運営維持管理の効率化及び同道の道路交通の円滑化を図る。
要請概要	デリー東部外環道路(EPE:Eastern Peripheral Expressway、総延長 135km)における ITS 機器(自動料金収受システム、交通管制システム、高速道路維持管理システム等)の導入。デリー東部外環道路はアクセスコントロールされた有料道路である。

(出典：日本工営共同企業体)

### 3. 調査結果の概要とプロジェクト概要

インド国からの要請を受けて、JICA は 2016 年 1 月 31 日から 2016 年 6 月 18 日までの 3 回にわたり JICA 調査団をデリーに派遣した。JICA 調査団は、インド国道庁(NHAI: National Highway Authority of India)、道路交通省(MoTTH: Ministry of Road Transport and Highway)と本計画について協議を重ね要請内容の確認、交通需要予測を受けた料金收受システム設備の検討、交通管制設備等の検討、及び経済財務分析を実施した。

下記概要を示す。

#### (1) 調査対象地域

インド国ウッタール・プラデシュ州、ハリアナ州 デリー東部外環道路(EPE)

#### (2) 相手国関係機関

インド国道庁(NHAI: National Highway Authority of India)

道路交通省(MoRTH: Ministry of Road Transport and Highway)

#### (3) ITS 導入計画の概要

##### 1) 交通管制システム (ATMS: Advanced Traffic Management System)

路側に設置された情報収集機器から本線上の交通状況や気象状況等の情報を収集し、本線上の光ケーブルにより交通管制センターに伝送する。交通管制センターでは、収集された情報を処理及び解析し、情報の一元管理を行うとともに、可変式道路情報板やインターネット等の情報提供系機器により道路利用者へ情報提供を行う。設備概要を表 2 に示す。

表 2 EPE における交通管制システム(ATMS)の概要

区分	機器	目的	配置計画	機能
情報収集系機器	交通監視カメラ(CCTV)	交通状況監視	IC間に1箇所	車両撮影、映像出力
	異常監視カメラ(VIDS)	異常事象監視	事故が多発するブラックスポット	車両撮影、映像出力、異常検知、通知
	交通量計測装置(ATCC)	交通実態把握	IC間に1箇所	車種別交通量、車両速度、占有率
	気象観測装置(MOS)	気象情報収集	3箇所	雨量、降水、霧検知
	環境観測装置(EOS)	環境情報収集	3箇所	NOx, SOx, PM2.5 etc
	旅行時間計測システム(TTMS)	旅行時間計測	IC間に1箇所	通過車両数、通過時間
情報提供系機器	可変式道路情報板(VMS)	運転者への視覚的な情報提供	本線:IC出口200m手前	本線前方の交通状況提供
			IC入口(EPE外側)	EPE及びデリー市内の交通状況提供
			IC入口(EPE内側)	EPEの交通状況提供
			移動型情報板	前方の交通状況提供
インターネット	一般市民へのインターネットによる情報提供	(対象外)	EPEの交通情報、EPEの料金検索	
ハイウェイラジオ(HWR)	運転者への音声による情報提供	ICに送信局とアンテナ鉄塔を設置(20~30km間隔)	3言語による音声	
通信システム	光ファイバーケーブル	情報収集・提供系機器と交通管制センターを接続	環状道路の上下線	機器間の情報伝送
	伝送システム機器	レイヤ3スイッチ、レイヤ2スイッチ、メディアコンバータから構成	各機器内に設置	ループ機能による冗長性確保
電源機器	無停電電源装置、自家発電装置	各機器の安定的な動作を担保	すべてのIC	各機器への電源供給
情報処理・解析	交通管制センター機器 サーバ、ファイアウォール、ネットワーク管理、大型ディスプレイ、コールセンター	情報収集系機器、情報提供系機器の統轄	いずれかのICに設置される交通管制センター内	サーバ二重化による冗長性確保

(出典：日本工営共同企業体)

## 2) 料金収受システム

料金収受システムは、マニュアル収受と自動料金収受（ETC）を併用し、対距離料金制により課金する。

表 3 EPE における料金収受システムの概要

区分	内容
課金方法	対距離料金
料金収受方法	マニュアル・自動料金収受(ETC)併用
ETC 方式	RFID(Radio Frequency IDentification) <sup>1</sup>

(出典：日本工営共同企業体)

## 4. プロジェクトの工期及び概略事業費

本プロジェクトの必要工期は、TMS が 18 ヶ月、ATMS が 21 ヶ月であり、整備完了後、4 年間の運営・維持管理業務が NHAI を実施機関として行われる。総事業費は 11,738 百万円であり、そのうち、円借款対象額は 6,870 百万円である。

## 5. プロジェクトの評価

### 5-1 妥当性

JICA は我が国の対インド国別援助計画(2016 年 3 月)において、インド国における経済成長を実現する上で最大のボトルネックの 1 つは経済インフラの未整備となっており、重点分野である「連結性の強化」のため、交通ネットワーク整備・維持管理への支援を行うこととしている。このように我が国の援助政策・方針との整合性の点からも本プロジェクトの妥当性はあると判断される。

また、NHAI は、今後 ITS を推進すべく人員の増強を進める見込みであり、体制面での対応が可能であり、予算においても十分対応できる。

上記、上位計画との整合、事業の緊急性、経済への効果及び運用管理面を考慮し、本プロジェクトの妥当性は高いと考えられる。

<sup>1</sup>ID 情報を埋め込んだ RF タグ（非接触 IC チップを使った記憶媒体とアンテナを埋め込んだプレート）から無線通信によって情報をやりとりする技術

## 5-2 有効性

### (1) 定量的効果

#### 1)アウトカム(運用・効果指標)

指標名	基準値 (2016 年実績値*)	事業完成2年後目標値
交通事故発生率 (1,000 台/km あたりの発生率** (本事業対象の EPE 区間のみ)	NA	0.018%
緊急時対応平均所要時間 (発見・通報から現場到着までの平均 所要時間)	NA	20 分
料金所待機列の長さ (平均)	NA	0m

\*EPE 建設中のため実績値なし。

\*\*EPE 道路総延長における事故数(年平均)から 1000 台/km あたりの発生率を算出。

### (2) 定性的効果

道路交通(EPE 区間)の快適性の向上、デリー都市圏内の移動の定時性確保による利便性の向上、市内の渋滞の緩和等の都市環境改善、温室効果ガス(GHG)排出削減による気候変動の緩和

### (3) 内部収益率

本事業の経済的內部収益率(EIRR)は 9.0%である。

インド共和国

デリー東部外環道路建設事業に係る技術支援  
(ITS 補足調査)

ファイナル・レポート

目次

1	事業の背景と経緯	1
1.1	事業の背景	1
1.2	インド国における既存 ITS 設備	1
1.2.1	Badarpur Faridabad Tollways Limited (BFTL) 料金所	2
1.2.2	Delhi Agra Toll Road (DATR) Project、Palwal 料金所	5
1.2.3	Millennium City Expressway Pvt. Limited (MCEPL) Project (CCTV)	7
1.2.4	Yamuna Expressway Project、38 キロポスト (Jewar 料金所)	7
1.2.5	インド国の ETC 設備	17
1.3	土木設計	18
1.3.1	ITS プロジェクト / 土木プロジェクトの区分	18
1.3.2	土木設計の検証	24
2	需要予測 / ブース数見積	34
2.1	需要予測 (2016 年 4 月検討)	34
2.2	出口数の予測 / 流入量の予測	36
2.3	ブース数見積 (ETC / マニュアル)	40
3	プロジェクト計画	43
3.1	プロジェクトの目的	43
3.2	プロジェクト範囲	43
3.3	コンサルティングサービス	45
4	基本設計	46
4.1	Advanced Traffic Management System (ATMS)	46
4.1.1	ATMS の設計方針	47
4.1.2	主なコンポーネント	48
4.1.3	機器の機能と設置場所	50
4.1.4	表示イメージ	54
4.1.5	交通情報システム活用のための RFID	55
4.2	Toll Management System (TMS)	57
4.2.1	TMS の設計方針	57
4.2.2	主なコンポーネント	57
4.2.3	機器の機能と設置場所	59
5	プロジェクト実行計画	62
5.1	土木工事の状況 (2016 年 4 月時点)	62
5.2	プロジェクト実施計画	63
6	実施体制	64
6.1	他国における契約及び事業実施の事例概要	64
6.2	実施体制	65
7	維持管理 (O&M)	66
7.1	NHAI による O&M	66
7.2	O&M 契約モデル	66
7.3	O&M にて留意すべき項目	66
7.3.1	O&M の役割	66
7.3.2	包括的 O&M 組織構造	67

---

7.3.3	運用業務における人員構成.....	68
7.3.4	ITS 設備における保守の留意点.....	69
7.4	O&M 業務の候補企業.....	70
8	積算 .....	73
9	プロジェクト実施における留意点.....	74
9.1	インド国における ITS プロジェクトの調達条件調査.....	74
9.2	入札手順とコントラクターの条件.....	74
9.3	コンサルタントの調達 .....	75
9.4	施工と O&M コントラクター選出の方針.....	75
10	プロジェクト効果 .....	76
10.1	定量的効果と定性的効果.....	76
10.2	定量分析 .....	76
10.3	EIRR の計算 (2016 年 7 月時点).....	77

---

## 図表目次

### 本文中の表リスト

表 1-1	ITS プロジェクト/土木プロジェクトの基本方針（高速道路）	18
表 1-2	ITS プロジェクト/土木プロジェクトの基本方針（IC）	18
表 1-3	ITS プロジェクト/土木プロジェクトの基本方針（建造物）	19
表 1-4	ITS プロジェクト/土木プロジェクトの作業区分	20
表 1-5	プロジェクト/土木プロジェクトの図面区分	22
表 1-6	数量 (BOQ)	23
表 1-7	概算経費	24
表 1-8	本線の設計基準概要	25
表 1-9	IC ランプの設計基準概要	25
表 1-10	料金所の位置	26
表 2-1	EPE 周辺交通量調査実施場所	34
表 2-2	デリーの車種ごとの弾性係数	36
表 2-3	将来交通量成長率	36
表 2-4	EPE 本線及び各料金所（IC）における将来交通量（PCU/日）（1/3）	37
表 2-5	EPE 本線及び各料金所（IC）における将来交通量（PCU/日）（2/3）	38
表 2-6	EPE 本線及び各料金所（IC）における将来交通量（PCU/日）（3/3）	39
表 2-7	インドにおける ETC（RFID タグ）利用率の想定推移	40
表 2-8	EPE の各料金所における最大設置可能料金所ブース数	41
表 2-9	料金所レーンにおける 1 時間当たり捌け交通量	41
表 2-10	料金所タイプ別 必要 ETC レーン数	42
表 3-1	プロジェクトの特徴	43
表 3-2	ATMS の主な構成	43
表 3-3	TMS の主な構成	44
表 3-4	フェーズ毎の人/月	45
表 4-1	連携が必要な関連機関	47
表 4-2	主システムリスト-1 / 料金レーンの設備（マニュアル）	59
表 4-3	主システムリスト-2 / 料金所レーンの設備（ETC）	60
表 4-4	主システムリスト-3 / 料金所の設備	60
表 4-5	主システムリスト-4 / 料金収受センターの設備	61
表 5-1	土木工事の状況（2016 年 4 月時点）	62
表 5-2	実施計画（2018 年 5 月時点）	63
表 6-1	事例概要（ベトナム）	64
表 6-2	事例概要（インド）	64
表 8-1	積算の基本条件	73
表 8-2	費用見積	73
表 10-1	ITS 導入機器により発生する定量的効果及び定性的効果	76
表 10-2	費用の推移（25 年間）	78
表 10-3	事故種別毎の損失額	78
表 10-4	旅行者の旅行時間価格	79
表 10-5	経済分析結果	79
表 10-6	経済分析	80



本文中の図リスト

図 1-1	ITS プロジェクト/土木プロジェクトの作業区分(サンプル図).....	21
図 1-2	詳細図 (サンプル図) .....	21
図 1-3	一次管路ルート及び二次管路ルートの区分 .....	23
図 1-4	本線 (盛土高 < 6.0 m).....	26
図 1-5	ランプ .....	26
図 1-6	本線橋梁 .....	26
図 1-7	クローバー型 IC での織り込み区間位置 .....	27
図 1-8	km 44+512 で国道 58 号線と連結する IC .....	28
図 1-9	ダンベル型 IC の開口部 (織り込み区間) 位置 .....	29
図 1-10	休憩施設「Amenities and Truck Lay-By」の配置図 .....	30
図 1-11	足柄サービスエリアの配置図 .....	30
図 1-12	事業化調査/概略設計報告書で提案されている構造物 (路側柱状構造物) .....	31
図 1-13	事業化調査/概略設計報告書で提案されている構造物 (門型構造物) .....	32
図 1-14	ETC トールゲート内車線の建築限界.....	32
図 1-15	地下トンネルとトールブースを結ぶ階段諸元 .....	33
図 2-1	EPE 将来交通量 (2018 年次、2042 年次) .....	35
図 4-1	ATMS の全体構成.....	46
図 4-2	デリー東部外環道路における ATMS の構成.....	48
図 4-3	ATMS で用いる機器概要.....	51
図 4-4	ATMS で用いるシステムと機器.....	51
図 4-5	TMC のディスプレイ (概念図) .....	54
図 4-6	CCTV カメラとリンクの構成概念 .....	55
図 4-7	RFID による交通情報システム (情報生成概念図) .....	56
図 4-8	RFID による交通情報システム (導入概念図) .....	56
図 4-9	デリー東部外環道路における TMS の構成 .....	58
図 4-10	TMS 設備イメージ .....	59
図 5-1	据付後の計画 .....	63
図 7-1	包括的 O&M 組織構造 .....	68
図 7-2	運用業務における人員構成 .....	69
図 7-3	保守業務における人員構成 .....	70
図 10-1	経済分析の方法 .....	77

## 略語集

ATCC	Automatic Traffic Counter and Classifier
ATMS	Advanced Traffic Management System
BFTL	Badarpur Faridabad Tollways Limited
BOQ	Bill of Quantity
CCTV	Closed Circuit Television
DATR	Delhi Agra Toll Road
DIMTS	Delhi Integrated Multimodal Transit System Ltd
EIRR	Economic Internal Rate of Return
EOS	Environmental Observation System
EPE	Eastern Peripheral Expressway
ETC	Electric Toll Collection
GOI	Government of India
HH	Hand Hole
HWR	Highway Radio
IC	Inter Change
IHMCL	Indian Highway Management Company Limited
ITS	Intelligent Transport System
MCEPL	Millennium City Expressway Pvt. Limited
MH	Man Hole
MOS	Meteorological Observation System
MRCS	Mobile Radio Communication System
MoRTH	Ministry of Road Transport & Highways
NH	National Highway
NHAI	National Highways Authority of India
O&M	Operation and Maintenance
OD	Origin Destination
PCU	Passenger Car Unit
PIU	Project Implementation Unit
POS	Point of Sale
PTZ	Pan Tilled Zoom
RFID	Radio Frequency Identification
ROW	Right of Way
SBD	Sample Bid Document
SH	State Highway
TMC	Traffic Management Centre
TMCS	Traffic Monitor Camera System
TMS	Toll Management System
TTMS	Travel Time Measurement System
UPS	Uninterrupted Power Supply
VAT	Value Added Tax
VIDS	Video Incident Detection System
VMS	Variable Message System
WMS	Weigh Monitoring System

## 1 事業の背景と経緯

### 1.1 事業の背景

本プロジェクトの対象となっているデリー首都圏(以下、デリー)は、インド国内の交通の要所であり、多くの車が経由地点としている。都市を囲む周辺環状道路は、十分に整備されておらず、デリーを経由する車の多くがデリー都市内の主要道路を通過するため慢性的な交通渋滞が発生する。渋滞の改善を目的とし、昼間の都市内交通量を制限する交通規制を敷いた。しかし、このことが夜間の都市内交通量の著しい増加を引き起こし、騒音、大気汚染などの社会環境問題や交通事故の増加を引き起こしている。加えて、昼間に都市内を通過する必要がある車は、交通規制によりデリー郊外の道路である代替ルートの使用を余儀なくされているが、郊外道路は依然として整備されておらず道路状況が悪く、通過するのに長時間を要すことや、車で運ばれる荷物は舗装されていない道路によって損害を被るなどの問題が発生している。

このような背景のもと、インド国政府はデリー環状道路を建設することを計画し、西環状道路はすでに官民パートナーシップ(以下、PPP: Public Private Partnership)プロジェクトとして、東環状道路(以下、EPE: Eastern Peripheral Expressway)はインド国道庁(以下、NHAI: National Highway Authority of India)の計画としてそれぞれ建設を開始している。EPEは全長136kmの有料道路であり、国道1号線が通るKundli料金所から国道2号線が通るPalwal料金所まで接続される予定である。

また、インド国政府は我が国政府に対して円借款を活用して高度道路交通システム(以下、ITS: Intelligent Transport System)機器を導入したい旨(デリー東部外環道路ITS機器導入事業)の要請があった。

これを受け、ITS機器構成及び積算については2015年1月～4月にかけて実施した「デリー東部外環道路建設事業策定支援(ITS導入計画)」において基礎的な情報収集が行われた。さらに、同国政府からの強い関心により、ITS部分のみを切り出して円借款案件を形成することとなったため、本業務において技術面の妥当性について検証するとともに、事業費、運営維持管理体制といった円借款の審査に必要な事項について調査を行うこととなった。

### 1.2 インド国における既存ITS設備

インド国における既存ITS設備を調査するために、EPEとデリーに接続している高速道路の料金所及び交通管制室の現地調査を行い最新の状況について把握した。また、実施中の類似プロジェクトから要件を把握することができた。調査団によって現地調査したプロジェクトは下記のとおりである。

- Badarpur Faridabad Tollways Limited (BFTL) 料金所：国道2号線

(請負者 – Hindustan Construction Company (HCC))

- Delhi Agra Toll Road (DATR) プロジェクト：Palwal 料金所 – 専用ETCレーン、国道2号線 (請負者 – Reliance Infra)

- Millennium City Expressway Pvt. Limited (MCEPL) プロジェクト：24 キロポスト 交通管制室、国道 8 号線（請負者 – MCEPL）
- Yamuna 高速道路プロジェクト：38 キロポスト (Jewar 料金所) 交通管制室、（請負者 – Jaiprakash Infrastructure Limited）

上記プロジェクトに係る全ての機器については、以下を目的として料金所に設置される。

- 契約上最小限の要件(料金の收受)を満たすため。
- 管理の目的が、全ての收受料金を適切に記録・收受し、料金所員による横領を最小限に抑えることにあるため。

それゆえ、ほとんど全ての請負者は道路利用者のことを考慮しない。請負者は主に、極力低い予算で必要最小限の維持管理（以下、O&M: Operation and Maintenance）を行うことを望んでいる。こういった理由により、2～3 年前に導入された比較的新しい料金所でさえ世界標準と比べ古いタイプのものとなっている。

導入されている全ての ETC（以下、ETC: Electronic Toll Collection）設備は、NHAI とインド国高速道路運営会社（以下、IHMCL: Indian Highway Management Company Limited）のガイドラインによって厳しく管理されており、これはすべての料金所で同じである。新しい ETC システムは、料金所での既存の料金收受システム(以下、TMS: Toll Management System)とは別のシステムとなっている。

上記に挙げた各プロジェクトにて導入された設備を以下に示す。

### 1.2.1 Badarpur Faridabad Tollways Limited (BFTL) 料金所

	Item	Description	Make	Country
	Plaza area camera	10X OPTICAL P/T/Z CAMERA, WIII DSP Chip (Model: SPD-1000P)	Samsung	China (Purchased locally in India)
	DVR	MPEG4, 480 X 120, High Resolution Image(704*576, 704*288, 352*288), MAX 4HDD, 3 USB, PC Mouse, User Friendly GUI, DVD-RW, N/W, 320GB HDD (Model: SVR-1645NWH250)	Samsung	China (Purchased locally in India)
	Fixed view cameras for Highway	1/3—inch, Advanced WDR, 540 TVL, PAL, 2X DSP, 230 VAC, 50 Hz (Model: LTC 0498/51) LTC 3674/20 Varifocal Lens IR corrected	Bosch	Germany
	Camera outdoor housing IP 67	Camera Outdoor Housing for Fixed Camera with IP67	Bosch	Germany

	1 KVA UPS with 30 min backup	Liebert Emerson Make 1 KVA MTLB UPS Battery for 30 minutes Backup Time	Emerson	India
	DVR	MPEG4, 480 X 120, High Resolution Image(704*576, 704*288, 352*288), MAX 4HDD, 3 USB, PC Mouse, User Friendly GUI, DVD-RW, N/W, 250GB HDD (Model: SVR-1645NWH250)	Samsung	China (Purchased locally in India)
	Keyboard with Joystick for plaza area cameras	PTZ Controller (Model: STCSCC1000)	Samsung,	China (Purchased locally in India)
	Monitors in control room	19" TFT	Samsung	China (Purchased locally in India)
	Projector for highway cameras			China (Purchased locally in India)
	Desktops in Control room	Intel® Pentium® Dual-Core E5300 Processor (2.60GHz 800MHz 2MB ) 2 GB PC3-8500 DDR3 SDRAM 1066MHz Hard drive device 250GB 19" TFT monitor , Windows XP	IBM / HCL	India
	VMS 2 line, 12 char, picto			India
	VMS 1 line, 12 char		Envoys	India
	Base station, antenna etc	Motorola GM338 base station WITH ANTENNA setup along with the accessories	Motorola	India
	Vehicle mounted sets	Motorola GP 338 por hanheld sets along with the accessories	Motorola	India
	Handheld units	Motorola GP 328 por hanheld sets along with the accessories	Motorola	India
	Charger unit for hand held	6/1 rapid chargers	Motorola	India
	Wire for Loop	1 Core 1.5 sqmm 22 strand flexible cable	Finolex/polycab	India
	Booth camera	W-IV DSP, 580 TV LINES, 0.15LUX, ICR D&N FUNCTION, SSNR11, HLC, DIS, OSD, M/D, Privacy Masking, 3.6x(2.8~10mm) Varifocal Lens, DC12V (Model: SID-460WP)	Samsung	China (Purchased locally in India)
	Lane Controller		Efkon Custom Built	India
	AVC Analyser (Classax with Loop Detector)	Classax Assembly single component + loop detector:MD-220 v2.CLX0	Sensorline	Germany

	Height Sensors	Height Sensors	Sunwave	India
	Customozied Key Board USB Type	G86-63400EUADAA (Grey Colour)	Cherry	India
	Operator Monitor	15" TFT		
	Traffic Light	LED based,2 aspects - red / green, controller by - By LC , Diameter 200 mm, Visibility - 30 meters	Envoyos	India
	User Fare Display 2 Line 12 Character - NO BOLD FEATURE	12 character Normal, 60mm, 2 line, Size ~ 870L x 180H x 130W mm ,Visibility - 30 meters	Envoyos	India
	Overhead Lane Signal	450 mmx450 display, canopy mounting, Red cross, Green arrow,, Visibility - 300 meters	Envoyos	India
	FOG Light	200mm Dia, Visibility - 200 meter minimun, Plastic cabinet	Envoyos	India
	Lane Intercom Unit	NA-A Sub station: NA-A	Aiphone	Japan
	Siren	DC (24V operated) Horizontal siren 100 mts range	Paramount	India
	Amber Light	Revolving Light 24DC	Kheraj	India
	Panic Alarm Switch	Simens make mushroom actuator red with 02 NO contact	Indian Electro Trade	India
	Receipt Printer	Epson Thermal TM 88 IV	Epson	China (Purchased locally in India)
	Incident Camera	Built-In SSNR, 1/3" Colour, 530TVL(Color), 550TVL(B/W), 50dB, Internal, Line Lock, 0.002Lux (F 1.2 Sense Up), 0.3Lux(F1.2), Motion Detect, Privacy Image Masking, C/CS mount , DC12V: SDC-313BPD	Samsung	China (Purchased locally in India)
	Automatic Barrier	High Speed Barriers for normal lanes - Boom – Aluminium, Dia 75x1.4mm , Length 3000mm	Magnetic (MIB 20)	Germany
	Smart Card Reader	Outdoor Smart Card Reader without Adapter, reading range 8 to 10 cm	TRACK RF LINK	China
	Bar Code Readers - USB type	Barcode scanner - USB type : LS2208	Symbol	China (Purchased locally in India)
	Manual Booth Controller- external switches	Custom Built	Madhura	India
	Handheld Terminal		Coromandal	China (Purchased locally in India)
	Transceiver (IR based)	IS TR P10-A	Efkon AG	Austria
	Automatic Barrier (0.6 sec)	High Speed Barriers for normal lanes - Boom – Aluminium, Dia 75x1.4mm , Length 3000mm, Automatic Barrier RAL 2000 color housing, Logic Controller + Software for two loops sui for normal lane.	Magnetic	Germany

	<u>Plaza Equipment</u>			
	Toll Plaza Server	IBM X3200M2 Server - 4367xxx /4368xxx Quad-Core Intel Xeon E3310 Processor 3.0 GHz	IBM	India
	Workstation	Intel® Pentium® Dual-Core E5300 Processor, 2 GB PC3- 8500 DDR3 SDRAM 1066MHz Hard drive device 250GB 19" TFT monitor, Windows XP	IBM	India
	POS Printer – Laser	HP1008	HP	India
	Master Intercom Unit	NEM -20A/C (Master station) with Power supply adapter: PS -2420S		Japan
	ORACLE 10G		Oracle	India
	Antivirus with Firewall	For all workstations & server & lanes - SYMC antivirus with in built firewall	SYMANTEC	India
	<u>TOLL SOFTWARE</u>			
	Lane Software		EFKON	India
	ETC Software		Efkon	India
	Toll Management		Efkon	India
	UPS with Battery			India
	6kVA UPS with 30 mins backup for Lane	Power Bank 6KVA (6KVA UPS) + Battery 26 AH - 16 nos	Emerson	India

(出典 : JICA 調査団)

### 1.2.2 Delhi Agra Toll Road (DATR) Project、Palwal 料金所

S. No.	Item	Description	Make	Country
1	RFID ETC transceiver (entry) – over lane entrance (AVI)	Procyon - UHF RFID integrated Reader, 12dbi, ETSI, EPC, Class1 Gen2/ ISO18000-6C with mounting bracket	Star	Hong Kong
2	RFID ETC transceiver (exit) – for transaction – over lane Canopy near AVC	Procyon - UHF RFID integrated Reader, 12dbi, ETSI, EPC, Class1 Gen2/ ISO18000-6C with mounting bracket	Star	Hong Kong
3	Electronics Enclosure	Electronics enclosure with Twedo PLC	Teknocrat	India
4	Lane Controller with Industrial PC	ARK-3360L	Advantech	China
5	AVC Sensor Set	Emitter Sensing range-20m with Cable 2m (QS186E) & Receiver Sensing range-20m with Cable 2m (QS18VN6R) i.e (1Emitter+1Receiver) one set	Banner	China (Purchased locally in India)

6	Height Sensor Set	Emitter Sensing range-20m with Cable 2m (QS186E) & Receiver Sensing range-20m with Cable 2m (QS18VN6R) i.e (1Emitter+1Receiver) one set	Banner	China (Purchased locally in India)
7	User Fare Display	EE - UFD - 2 - FM - R - ML - L - P	Envoys	India
8	Automatic Barrier Gate	MAUT 30	Elka	Germany
9	Overhead Lane Status light (OHLS)	EE - OHLS - PC - 300	Envoys	India
10	Vehicle Guidance Signal - Traffic light	Traffic light (200mm Dia Amber Arrow + Green Ball)	Envoys	India
11	Single Channel Loop Detector	LDP1SA1BM24 ( Relay SPDT)	Carlo Gavazzi or equivalent	China (Purchased locally in India)
12	Dual Channel Loop Detector	LDP2TA2BM24 ( Relay SPST)	Carlo Gavazzi or equivalent	China (Purchased locally in India)
13	11 Pin Socket	11 Pin Socket	Paramount or equivalent	India
14	Sensor set for light curtains	Emitter Sensing range-20m with Cable 2m (QS186E) & Receiver Sensing range-20m with Cable 2m (QS18VN6R) i.e (1Emitter+1Receiver) one set	Banner	China (Purchased locally in India)
15	Incident Capture Camera	DS-2CD2010-I (with 6 mm lense)	Hikvision	China (Purchased locally in India)
16	License Plate Image Capture Camera	DS-2CD2010-I (with 12 mm lense)	Hikvision	China (Purchased locally in India)
17	Hand-held RFID Reader	Platino UHF Handheld Reader (CE/ETSI Region frequencies) with WIFI, including USB cables and carry case	Star	Hong Kong
18	Local ETC Plaza Server in a hot-standby configuration	HP ML350P Gen8 E5-2609V2 P/N- G7U06A HP 512 FBWC P- Series Smart Array P/n- 661069-B21 3 nos. HP 300 GB 6G SAS 10K 2.5 HDD P/N- 652564-B21 19.5 TFT Monitor Acer HP WIN12 R2 Std ROK P/n- 748921-371	HP	India
19	Incident Management Workstation	Acer Desktop with 18.5"TFT Acer, MS Win 8.1SL 32 Bit OEM	Acer	China (Purchased locally in India)
20	Network Printer	HP Laserjet 1020+ Printer	HP	India
21	8 port switch	Netgare 8 Port Switch	Dlink/Netgare	China (Purchased locally in India)
22	8 port switch with POE	TP Link TLSF-1008P 8 Port POE	TP Link	China (Purchased locally in India)
23	POE Injector	TP Link POE 150S	TP Link	China (Purchased locally in India)
24	WLAN switch	D-Link DWR-111-3G Router with WAN	Dlink	China (Purchased locally in India)



25	Set of maintenance tools including Laptop computer	Acer E-511 Laptop with MS Win 8.1SL 32 Bit OEM and carry bag	Acer	China (Purchased locally in India)
----	--	--	------	------------------------------------

(出典：JICA 調査団)

### 1.2.3 Millennium City Expressway Pvt. Limited (MCEPL) Project (CCTV)

S. No.	Item	Description	Make	Country
1	CCTV Camera	SD8363E , 20x High HD 2.0mega pixel with mount	Vivotek	Tiawan
2	Roadside Cabinets	Standard IP 65 pole mounted cabinet for putting LIU, patch cord and UPS with battery	Standard	India
3	Industrial Media Converter		Kyland	China
4	UPS	Eton 500VA with 1 hours backup	Eton	India
5	LCD 42 inches	42" LCD display	LG	India
6	Frame for 4 LCD 42 inches each	Customized frame for covering LCD displays	Customised	India
7	Switch and LIU in Control room	8 port Network Switch and LIU	Kyland	China
8	CCTV Client Workstation	Desktop with 18.5" TFT, MS Win 8.1SL 32 Bit OEM	HP	India
9	Keyboard with Joystick		Vivotek	Taiwan
10	Video Management Software	NUUO VMS	Nuuo	India
11	Projector	with 2200 Luminous	BenQ	China
12	Server Rack 42U	Standard server rack with accessories to install 1 sever	D-Link	India
13	Link for Wireless	RF P2P 2.4 GHz wireless link	Altai	China

(出典：JICA 調査団)

### 1.2.4 Yamuna Expressway Project、38 キロポスト (Jewar 料金所)

S. No.	Item	Description	Make	Country
<b>Indigenous Items</b>				
<b>1</b>	<b>Toll Booth</b>			
1.01	Ticket Issuer Enclosure	Rittal Enclosure with Cooling arrangement to accommodate on ramp booth eqipmmts	Rittal, Custom Built	India
1.02	Toll Lane Computer	AIMB-567 (VGA, DVI-I, Audio Codec Realtek ALC892, GbE LAN1: Intel 82578DM, GbE LAN2: Intel 82583V ), Intel Core 2 duo, HDD-500 GB, RAM-4GB, Surge Suppressor unit	Efkon, Custom Built	India
1.03	Screen	E1720NR (17" TFT)	Samsung	India
1.04	Keyboard	G86-63400EUADAA 142 programmable keys	Cherry	India

1.05	Receipt Printer	TM-T88IV , High-speed printing of upto 7.9"/sec	Epson	
1.06	Outdoor Touch & Go (CSC) Reader	Contact less Smart Card Reader (ISO 14443 Type A) Read Range upto 10cm, -10 °C to +70 °C	Mifare	China
1.07	Bar Code Reader (Internal)	AS - 8250	Argox	India
1.08	Lane Intercom Unit (Unmanned Booth, External Weather Proof)	NE - JA weather resistant	AI – Phone	Japan
<b>2</b>	<b>Toll Lane</b>			
2.01	Manual Lane Entry Barrier with Switch, including Boom Arm	EE-MLB-35, Manual barrier with Switch and boom arm as per the lane width	Envoy's	India
2.02	User Fare Display (other than motorcycle lanes) incl. Poles	3 Lines, 12 characters per line, 75 mm character height, mounted on pole of Dia 110mm (3m high, 110mm dia, 2mm thk)	Envoy's UFD/75-2-18-R-E-L-P	India
2.03	User Fare Display (for Motorcycle Lanes) w/o Pole	1 Line, 16 characters per line, character height 45mm, mounted on booth	Envoy's, UFD/45-1-25-R-ML-L	India
2.04	Traffic Light and Aspects (Red and Green)	200 mm dia. with 2 aspects (red & green)	Envoy's, EE-TTL-200PC	India
2.05	Overhead Lane Sign	450 mm x 450mm with 2 aspects (red cross & green arrow)	Envoy's, EE-OHLS-450	India
2.06	Violation Siren	100 Meter Audio Range	Iota, Cap 123	India
2.07	Violation Alarm Light	Amber Light	Kheraj	India
2.08	Incident CCTV Camera, Lens, Pole & Housing	---	Samsung, SDC-313BPD	India
2.09	SSWIM CCTV Camera, Lens together with Weather Proof Enclosure for CCTV System	---	Samsung SDC-313BPD	India
2.1	SSWIM Optical Separators & Housings with mounting poles	IR based vehicle separator with 3 beams	Efkon	India
2.11	Load Gauge Sensors (4 Nos. per Set)	IR Based Load Gauge Sensors	Sunwave – Efkon	India
2.12	Fog Light (SSWIM Lanes = 2Each Lane)	300mm dia with four rings of White LED on inner side and two rings of Amber LED on outer side	Envoy's	India
2.13	Fog Light Controller	Custom Built to interface above FOG lights	Envoy's	India
2.14	Camera Booth with Enclosure	---	Axis	China
<b>3</b>	<b>AVC Lane</b>			

3.01	AVC Processor and Enclosure with UPS (1.5 Kva)	1) AIMB-567 (VGA, DVI-I, Audio Codec Realtek ALC892, GbE LAN1: Intel 82578DM, GbE LAN2: Intel 82583V ), Intel Core 2 duo, HDD-500 GB, RAM - 4GB, Surge Suppressor unit	1) AVC Cumtomed Computer - Efkon	India
		2) 2 KVA UPS	2) UPS - Libert - Emerson	India
3.02	Loop Detector - AVC L1 and L2	PD234	Nortech	Austria
3.03	Profile Scanner (2 per Set)	IR based - Custom Built	Efkon	India
<b>4</b>	<b>Queue Length Monitoring System</b>			
4.01	Por 表 Storage Device	8 GB, USM-N Series	Sony	India
4.02	Manual Booth Controller	Customized Keys (as required) for manual operation	Efkon	India
<b>5</b>	<b>Plaza Computer System</b>			
5.01	TMIS Server and Monitor	Processor - Intel® Xeon® X5672 3.20GHz/ 4-core, RAM - 32GB, 'HDD- 6 x 146GB, 17" TFT, Windows 2008 server- Enterprise edition, Oracle -EE + SE1 Combination	HP DL380 G7	India
5.02	TMS Server (M&A)	Processor - Intel® Xeon® E7520 ,1.86GHz/ 4-core, RAM - 64 GB, 6 x 600GB (or higher) hot plug 3.5" or 2.5" SAS/SCSI HDD ,17" TFT, Windows 2008 server- Enterprise edition, Oracle -EE + SE1 Combination	HP DL980	India
5.03	TMIS Server and Monitor (RTP)	Processor-Intel® Xeon® Processor E5645 2.4 Ghz (1 * Hex Core), RAM - 8GB, 'HDD- 2 x 300GB, 17" TFT, Windows 2008 server- Enterprise edition, Oracle -EE + SE1 Combination	HP DL180 G6	India
5.04	PCS Server & Monitor	Processor - Intel® Xeon® X5672 3.20GHz/ 4-core, RAM 32GB, HDD- 6 x 146GB, 17" TFT, Windows 2008 server- Enterprise edition, Oracle -EE + SE1 Combination	HP DL380 G7	India

5.05	AVC Server (DMS)	Processor-Intel® Xeon® Processor E5645 2.4 Ghz (1 * Hex Core), RAM - 8GB, 'HDD- 2 x 300GB, 17" TFT,Windows 2008 server- Enterprise edition, Oracle -EE + SE1 Combination	HP DL180 G6	India
5.06	SSWIM Server	Processor-Intel® Xeon® Processor E5645 2.4 Ghz (1 * Hex Core), RAM - 8GB, 'HDD- 2 x 600GB, 17" TFT,Windows 2008 server- Enterprise edition, Oracle -EE + SE1 Combination	HP DL180 G6	India
5.07	LSDU Workstation & Monitor For MTP	Intel Core 2 duo E7500 Speed- 2.93 GHz, RAM - 4GB, HDD- 500 GB,ATI Radeon HD 4550 (512) DH x16 1st Card,23" LCD,MS Office Standard & Windows-7 preloaded	HP3090	India
5.08	LSDU Workstation & Monitor for RTP	Intel Core 2 duo E7500 Speed- 2.93 GHz, RAM - 4GB, HDD- 500 GB,ATI Radeon HD 4550 (512) DH x16 1st Card,23" LCD,MS Office Standard & Windows-7 preloaded	HP3090	India
5.09	Incident Workstation & Monitor	Intel Core 2 duo E7500 Speed- 2.93 GHz, RAM - 4GB, HDD- 500 GB,18.5" LCD,MS Office Standard & Windows-7 preloaded	HP4000SFF	India
5.1	Validation Workstation & Monitor	Intel Core 2 duo E7500 Speed- 2.93 GHz, RAM - 4GB, HDD- 500 GB,18.5" LCD,MS Office Standard & Windows-7 preloaded	HP4000SFF	India
5.11	Plaza Report Printer	Up to 30 ppm, RAM - 16 MB	HP 2035n	India
5.12	Time Server	LANTIME M300/TCR	Meinberg	India
<b>6</b>	<b>Network Equipment</b>			
6.01	Network Router - 24 Port	24 Ethernet 10/100 and two small form factor pluggable(SFP) Based gigabit ethernet ports 1RU	Cisco catalyst 3560G - 24TS	India
6.02	Server Rack together with Cooling Fans and Power Strips with lockable doors	Floor Mounted - Custom Built as per design requirements	Dhananjay Ind	India

6.03	Lane Switch Rack Wall Mount to Accommodate 6 Switches and Fiber Splicing Box	Wall Mounted - Custom Built as per design requirements	Dhananjay Ind	India
6.04	Cisco Firewall to accommodate 50 Users	ASA5505-50-BUN	Cisco	India -K9
6.05	In Rack UPS for Servers 6Kva for MTP	with 4 battery modules (20 minutes backup) Adapt series 6 kVA	Emerson	India
6.06	In Rack UPS for Servers 6Kva for RTP	with 4 battery modules (20 minutes backup) Adapt series 6 kVA	Emerson	India
6.07	Rack for UPS @ MTP and RTP	for Adapt series 6 kVA with 4 battery modules	Dhananjay Ind	India
6.08	Sui 表 19 Rack Frames with Cooling Fans and power strip with lockable door (POS)	Floor Mounted - Custom Built as per design requirements	Dhananjay Ind	India
<b>7</b>	<b>Intercom Supply and Installation</b>			
7.01	VOIP Telephony System (Ramp to Mainline Plaza)	IP Master Station	Aiphone IS - IPMV	Japan
7.02	Master Station Power Supply	PS-2420S.E	Aiphone	Japan
7.03	GSM Modem	82GM	Visiontek	India
<b>8</b>	<b>Plaza DVR</b>			
8.01	NVR / 6TB Storage	Processor-Intel® Xeon® Processor E5645 2.4 Ghz (1 * Hex Core),RAM- 8 GB, HDD 8x1TB,RAID 5, 17" LCD,Windows 2008 server, Enterprise edition	HP DL180 G6	India
8.02	NVR / 1TB Storage	Processor-Intel® Xeon® Processor E5645 2.4 Ghz (1 * Hex Core),RAM- 8 GB, HDD 8x1TB,RAID 5, 17" LCD,Windows 2008 server, Enterprise edition	HP DL180 G6	India
8.03	DVR PC	Processor-Intel® Xeon® Processor E5620 2.4 Ghz (1 * Quad Core), RAM- 8 GB, HDD-2x500GB, NVIDIA Quadro 600 1 GB Dedicated Graphics, 24" TFT,	HP Z800	India
<b>9</b>	<b>Plaza Camera</b>			
9.01	Camera Pole for outdoor camera	5 Meter Height, 4 mm thickness, Painted with an epoxy paint, Sui Additional Mounting for "W"	Customized	India
<b>10</b>	<b>POS Computer System</b>			

10.01	POS Server & Monitor	Processor-Intel® Xeon® Processor E5645 2.4 Ghz (1 * Hex Core), RAM- 8 GB, HDD- 2 x 300GB, 17" TFT, Windows 2008 server- Enterprise edition, Oracle -EE + SE1 Combination	HP DL180 G6	India
10.02	POS Workstation & Monitor	Intel Core 2 duo E7500 Speed- 2.93 GHz, RAM - 4GB, HDD- 500 GB, 18.5" LCD, MS Office Standard & Windows-7 preloaded	HP4000SFF P	India
10.03	POS Smart Card Reader	Read Range upto 3cm Contact less Smart Card Reader (ISO 14443 Type A)	Mifare	China
10.04	POS Bar Card Reader	AS - 8250	Argox	India
10.05	Printer POS Receipt Printer (Same as Lanes)	High-speed printing of upto 7.9"/sec	Epson TM-T88IV	India
10.06	POS Printer (All in One)	Up to 27 ppm, RAM - 64 MB	HP 2727NF	India
10.07	D2D Backup Server	Processor-Intel® Xeon® Processor E5645 2.4 Ghz (1 * Hex Core), RAM- 16GB, HDD- 2 x 300GB (for DL180 G6) 12X1TB (D2D4112), 17" LCD, Windows 2008 server Enterprise edition, HP Smart Array P212/ZM 1-ports Int/1-ports Ext PCIe x8 SAS Controller, Transfer rate 1 TB/hr, Buffer size 256 MB, Host interface 6 Gb/sec SAS, Encryption capability AES 256 - bit, WORM capability, NO - Data Protector Latest Version as "Functionality is taken care through Eikon Application Software"	HP D2D4112 Backup System	India
10.08	Rack for Servers and UPS	Floor Mounted - custom built	Dhananjay Ind	India
<b>11</b>	<b>Cashup System</b>			
11.01	Cashup Printer High Speed/Volume	Up to 35 ppm, RAM - 512 MB	HP 5200n	India
11.02	Cashup Workstations	Intel Core 2 duo E7500 Speed- 2.93 GHz, RAM - 4GB, HDD- 500 GB, 18.5" LCD, MS Office Standard & Windows-7 preloaded	HP4000SFF	India

<b>12</b>	<b>Administration System</b>			
12.01	Admin Workstations	Intel Core 2 duo E7500 Speed- 2.93 GHz, RAM - 4GB, HDD- 500 GB,18.5" LCD,MS Office Standard & Windows-7 preloaded	HP4000SFF	India
12.02	Admin Printers (All in One Same as POS)	Up to 27 ppm, RAM - 64 MB	HP 2727NF	India
<b>13</b>	<b>Network Equipment</b>			
13.01	200m MultiMode F/O Cable (16 core)	200m long, 16 Cores	Aksh / Finolex	India
13.02	Server Rack	Floor Mounted - Custom Built as per design requirements	Dhananjay Ind	India
<b>14</b>	<b>Media Supply</b>			
14.01	T&G Contactless Smart Cards	1k MF1 IC S50	Mifare	China
14.02	Smart Card For Toll Collector Access To Lanes	1k MF1 IC S50	Mifare	China
<b>15</b>	<b>Toll Booth - Test Rig</b>			
15.01	Lane Technical Cabinet	AIMB-567 (VGA, DVI-I, Audio Codec Realtek ALC892, GbE LAN1: Intel 82578DM, GbE LAN2: Intel 82583V ), Intel Core 2 duo,HDD- 500 GB, RAM - 4GB, Surge Suppressor unit	Efkon	India
15.02	Video Display Unit	17" TFT E1720NR	Samsung	India
15.03	Keyboard & cover	142 programmable keys G86-63400EUADAA	Cherry	India
15.04	Receipt Printer	High-speed printing of upto 7.9"/sec	Epson TM- T88IV	India
15.05	Outdoor Touch & Go (CSC) Reader	Read Range upto 10cm, -10 °C to +70 °C Contact less Smart Card Reader (ISO 14443 Type A)	Mifare	China
<b>16</b>	<b>Toll Lane - Test Rig</b>			
16.01	User Fare Display & Lane Traffic Light (LTL)	1) 3 Lines, 12 characters per line, 75 mm character height, mounted on pole of Dia 110mm (3m high, 110mm dia, 2mm thk)	Envoys	India
		2) 200 mm dia. with 2 aspects (red & green)		India

16.02	Overhead Lane Sign	450 mm x 450mm with 2 aspects (red cross & green arrow)	Envoys	India
16.03	Siren	100 Meter Audio Range	Iota	India
16.04	Violation Alarm Light	Amber Light	Kheraj	India
16.05	Incident CCTV Camera, Lens & Housing	SDC-313BPD	Samsung	India
<b>17</b>	<b>ETC Lane - Test Rig</b>			
17.01	ETC Pole	5.5 meter pole	Custom built	India
<b>18</b>	<b>AVC Lane - Test Rig</b>			
18.01	AVC Processor	AIMB-567 (VGA, DVI-I, Audio Codec Realtek ALC892, GbE LAN1: Intel 82578DM, GbE LAN2: Intel 82583V ), Intel Core 2 duo, HDD-500 GB, RAM - 4GB, Surge Suppressor unit	Ekon	India
18.02	AVC Simulator and Laptop	Sony VAIO Y Series YB, 11.6 (29.5 cms) wide (WXGA: 1366x768) TFT colour display , AMD Dual-Core Processor E-350 with AMD Radeon HD 6310 Discrete-Class Graphics , Windows 7 Starter 32-bit , 2 GB RAM, 320 GB HDD	AVC Simulator (Ekon) & Laptop (Sony)	India
<b>19</b>	<b>Plaza Intercom System</b>			
19.01	Plaza Control Room (left and Right)	MNEM - 40 A / C	Aiphone	Japan
19.02	Toll Booth (Including Non Stop Lanes)	NA - A.E.	Aiphone	
19.03	Generator Room	NA - A.E.	Aiphone	
19.04	UPS Room	NA - A.E.	Aiphone	
19.05	Tunnel Entry/Exit/Non Stop Lanes	NE - JA with 2 SSB	Aiphone	
19.06	Cash up Room	NA - A.E.	Aiphone	
19.07	Plaza Managers Office	NA - A.E.	Aiphone	
19.08	Front Door/CIT to Plaza Building	NE - JA with 2 SSB	Aiphone	
19.09	Engineers Offices	NA - A.E.	Aiphone	
19.1	POS	NA - A.E.	Aiphone	
19.11	Corridor Control Room	NA - A.E.	Aiphone	
19.12	Spares	NA - A.E.	Aiphone	
19.13	Cable and Installation			
<b>20</b>	<b>Test Equipment &amp; Tools</b>			



20.01	Electronic Tool case	Custom Built	---	India
20.02	Fluke 179 multimeter	Fluke 179	Fluke	India
20.03	Fluke 1587	Fluke 1587	Fluke	India
20.04	Fluke Mega Ohm Meter	FLUKE, 1507	Fluke	India
20.05	EA PS303205B 0-32V 5A Bench Power Supply	PS303205B	EA	India
<b>21</b>	<b>Software/ Licences</b>			
21.01	Lane Module for Manual and Dynamic Lanes	as per the design requirements	Efkon	India
21.02	Point of Sale Module	as per the design requirements	Efkon	India
21.03	Lane Status Display Unit Module	as per the design requirements	Efkon	India
21.04	SSWIM Integration Module	as per the design requirements	Efkon	India
21.05	Administration Module License	as per the design requirements	Efkon	
21.06	Cashup Module License	as per the design requirements	Efkon	
21.07	Audit Module License	as per the design requirements	Efkon	
21.08	Report Generation Module License	as per the design requirements	Efkon	
21.09	Data Transfer Module	as per the design requirements	Efkon	
21.1	Head Quarter Monitoring System License	as per the design requirements	Efkon	
21.11	Backup Module	as per the design requirements	Efkon	
21.12	AVC Module	as per the design requirements	Efkon	
21.13	Banking Module	as per the design requirements	Efkon	
<b>22</b>	<b>Third Party Software</b>			
22.01	Operating System for Server	Windows 2008 server, Enterprise edition	Windows	
22.02	Oracle Database	Oracle (EE + SE1 Combination)	Oracle	
22.03	Antivirus	as per the design requirements	Symantec	
<b>Imported Items</b>				
<b>1</b>	<b>Toll Booth</b>			
1.01	Ticket Issuer	Model TD-6030	SysParc	Austria
<b>2</b>	<b>Toll Lane</b>			

2.01	Automatic Lane Exit Barrier (0.6 Sec)	0.6 sec opening and closing time, effective length : 3m , diameter of boom : 75 mm	Magnetic MIB 10	Germany
<b>3</b>	<b>ETC Lane</b>			
3.01	ETC Antenna	Sirit IDentity 4100 ETSI	Sirit	USA
3.02	Vehicle Separator	PD134	Nortech	Austria
<b>4</b>	<b>AVC Lane</b>			
4.01	Loop Detector - AVC L1 and L2 (for Motorcycle Lanes)	PD234	Nortech	Austria
4.02	Axle Sensor Counting	Fiber optic based	Sensorline	Germany
4.03	Network Switch	AMG 9242M H	AMG	UK
4.04	Multimode Fibre Converter	S18058	AMG	UK
<b>5</b>	<b>Lane Communications</b>			
5.01	Network Switch	AMG 9242M H	AMG	UK
5.02	Multimode Fibre Converter	S18058	AMG	UL
<b>6</b>	<b>Queue Length Monitoring System</b>			
6.01	Queue Length Monitoring System	PD234	Nortech	Austria
<b>7</b>	<b>Plaza Cameras</b>			
7.01	POS Area and Parking Areas (Outdoor)	VG4-514-ECE2W	BOSCH	Germany
7.02	POS Area (Indoor)	NDN-498V03-11P	BOSCH	
7.03	Main Entrances to the Building (Indoor)	NDN-498V03-11P	BOSCH	
7.04	Tunnel Cameras (Indoor)	NDN-498V03-11P	BOSCH	
7.05	Tunnel / Cashup Junction (Indoor)	NDN-498V03-11P	BOSCH	
7.06	Lane Area Cameras (Outdoor)	VG4-514-ECE2W	BOSCH	
7.07	Plaza Building Internal (Indoor)	NDN-498V03-11P	BOSCH	
7.08	Cashup Room (Indoor)	NDN-498V03-11P	BOSCH	
7.09	CIT Area (Indoor)	NDN-498V03-11P	BOSCH	

7.1	Internal Mounting Brackets Wall Mount	VDA-WMT-DOME	BOSCH	
7.11	Joystick & Keyboard	KBD - Digital	BOSCH	
7.12	Video Viewing & Archiving Software	VVAS	BOSCH	
7.13	Network Video Management	NVM	BOSCH	
<b>8</b>	<b>Media Supply</b>			
8.01	RFID On Board Units (4 wheelers)	ID-WMT-NT-L3S	Sirit	USA
8.02	RFID On Board Units (2 wheelers)	ID-HMT-NT-L3S	Sirit	

(出典：JICA 調査団)

### 1.2.5 インド国の ETC 設備

IHCML は、料金決済機能を含む ETC 設備の導入要領についての情報を JICA 調査団に提供した。IHCML によれば、現在インドで運用されている納税システムの技術を ETC の決済に応用するための共同体がインド国政府により組織されたという。この共同体は、ETC システムにパッシブ RFID を導入するよう提案し、現在 IHCML によって運用・モニタリングされている。

標準図面については IHCML より提供され、これに沿って JICA 調査団は EPE の ETC システム仕様を準備した。

2015 年 7 月に 1 行の料金用の決済銀行を利用した ETC システムの運用が開始され、現在決済銀行はインド国内で 2 行となっている。

現在、IHCML はインド決済公社 (NPCI: National Payments Corporation of India) を決済銀行として推薦し、2016 年 4 月から他の複数の銀行が発行・引き落とし先銀行として加入している。ETC タグの発行数は当時たった 3000 枚であるが、今後年間 10% の上昇で 2016 年末までに 10%、2017 年末までに 20% になると予測されている。

ETC レーンの処理台数は 1 時間当たり 1200 台であり、これは現金レーン (マニユアル) の約 4 倍、タッチ&ゴーレーン (スマートカード) の 3 倍以上の処理台数である。

RFID タグは料金所 POS での購入・チャージが可能であり、近い将来銀行などの施設でタグ用の口座開設が可能となる見込みである。道路利用者はインターネット (発行人の銀行 Web サイト) からタグにチャージすることができ、ETC タグとプリペイドカード・クレジットカード・現金・銀行口座を連携させることもできる。RFID タグにかかる代金は、250 インドルピーに加え、セキュリティーデポジットの 200 インドルピーとなる見込みである。セキュリティーデポジットは車種により異なるが、100 km の通行代金と同等もしくはそれ以上の価格となる見込みである。

### 1.3 土木設計

#### 1.3.1 ITS プロジェクト/土木プロジェクトの区分

##### (1) 担当区分

ITS プロジェクト/土木プロジェクトの基本方針を下表に示す。

表 1-1 ITS プロジェクト/土木プロジェクトの基本方針（高速道路）

No.	Item	ITS Project	Civil Project
1.	Power Cable to VMS, VIDS, MET	Cable, Conduit and Chamber (Handhole or Manhole) at Toll Plaza/ Equipment location	Conduit across the expressway to Toll Plaza
2.	OF Cable	Cable and Conduit to equipment from Chamber	Conduit and Chamber along with Expressway Conduit across the expressway at I.C
3.	Equipment	Foundation	-

(出典：JICA 調査団)

表 1-2 ITS プロジェクト/土木プロジェクトの基本方針（IC）

No.	Item	ITS Project	Civil Project
1.	Toll Booth	-	Toll Booth
		-	Air conditioner in Booth
		Cable from Power distribution board to Equipment	Power distribution board
		-	Power socket and Lighting
2.	Toll Island	-	Toll Island with Chambers
		Cable Conduit from chamber to Equipment	-
		-	Entrance to Tunnel (Stair type Entrance)
3.	Other around Toll Booth	Cable rack and cable along with Tunnel	Tunnel from toll island to Toll Plaza

(出典：JICA 調査団)

表 1-3 ITS プロジェクト/土木プロジェクトの基本方針（建造物）

No.	Item	ITS Project	Civil Project
1.	Toll Plaza	-	Toll Plaza architecture
		-	Basic Electric facility for Toll Plaza (S/S, Distribution board Emergency, Generator Power socket etc.)
		-	Telephone system with Exchanger
		-	Cable duct for ITS Cable
		-	Other facility (desk etc.)
2.	Control Center for Advanced Traffic Management Center/ Toll Management Center	Control Table for ITS system for Advanced Traffic Management Center	Center architecture
		-	Raised floor for Control/ Server room
		-	Basic Electric facility for Toll Plaza (S/S, Emergency Generator, Distribution board Power socket etc.)
		Network system between telephone exchangers of between Toll Plaza and Control Center	Telephone system with Exchanger
		-	Cable duct for ITS Cable
-	Other facility (Normal desk etc.)		

(出典：JICA 調査団)

ITS プロジェクト／土木プロジェクトの担当区分を下表に示す。

表 1-4 ITS プロジェクト/土木プロジェクトの作業区分

No.	Description	Work Demarcation		Remarks
		ITS	Civil	
<b>1.</b>	<b>Survey &amp; Design</b>			
1.1	Engineering Route Survey	○	○	
1.2	Preparation of Installation/ Construction design drawings	○	○	
1.2.1	Main duct route with road cross section	-	○	Figure 2.3.1-3
1.2.2	Sub-duct route with road cross section	-	○	Figure 2.3.1-3
1.2.3	Tunnel design (Main Gate No.1 & No.2)	-	○	
1.2.4	Duct installation from tunnel to toll booth (Main Gate No.1 & No.2)	-	○	
1.2.5	Handhole & Manhole with accessories & covers	-	○	
1.2.6	Culvert crossing	-	○	
1.2.7	Bridge attachment	-	○	
1.2.8	Installing facility diagram (including sub-duct installation)	○	-	
1.2.9	Road side equipment typical plan	○	-	
1.2.10	Toll management system (Main IC/ Entrance/ Exit)	○	-	
1.2.11	Sub center	○	-	
1.2.12	Control center	○	-	
1.2.13	Preparation of BOQ	○	○	
1.2.14	Check and Verification of Installation design drawings and BOQ	○	○	
1.2.15	Submission of design documents	○	○	
1.2.16	Design review	○	○	Finalization of BOQ
1.2.17	Reproduction and distribution of design documents	○	○	
<b>2.</b>	<b>Acquisition of Permissions and Preparation of Sites</b>			
2.1	Acquisition for any Right of Way permission from authorities concerned and utility owners (gas, water, electricity etc.) for construction of duct route.	○	○	
2.2	Site acquisition for all necessary work and permission related to its acquisition	○	○	
<b>3.</b>	<b>Manufacture, Procurement and delivery of the installation materials</b>			
3.1	Manufacturing or procurement of HDPE pipe including its sockets, plugs and etc.	○	○	
3.2	Procurement of other installation materials	○	○	
3.3	Site delivery from main warehouse (including loading and unloading)	○	○	
3.4	Storage of the materials at site	○	○	
3.5	Inspection upon delivery	○	○	
<b>4.</b>	<b>Installation/ Construction</b>			
4.1	Preparation of detail implementation schedule	○	○	
4.2	Test digging for confirmation of existing facility	○	○	
4.3	Installation of Main duct route	-	○	
4.4	Installation of Sub-duct route	-	○	
4.5	Construction of Tunnel (Main Gate No.1 & No.2)	-	○	
4.6	Duct installation from tunnel to toll booth (Main Gate No.1 & No.2)	-	○	
4.7	Construction of Handhole & Manhole	-	○	
4.8	Installation of Culvert crossing	-	○	
4.9	Installation of Bridge attachment	-	○	
4.10	Installation of Sub-duct route (Existing handhole or manhole to each ITS equipment)	○	-	
4.11	Cable laying works / testing	○	-	All cable
4.12	Installation of ITS equipments & etc.	○	-	
4.13	Construction of gantry and foundation	○	-	
4.14	Construction of pole, foundation and etc.	○	-	
<b>5.</b>	<b>Acceptance and Commissioning</b>			
5.1	Provisional Acceptance Test	○	○	
5.2	Preparation of Test Report	○	○	
5.3	Final Acceptance Test	○	○	
<b>6.</b>	<b>Documentation</b>			
6.1	Preparation of red-marked drawings / documents	○	○	
6.2	Preparation of as-built drawings / documents	○	○	
<b>7.</b>	<b>Project Management</b>			
7.1	Progress monitoring and control	○	○	
7.2	Quality assurance	○	○	
7.3	Coordination Meeting	○	○	

(出典：JICA 調査団)

ITS プロジェクト/土木プロジェクトの担当区分を下図に示す。

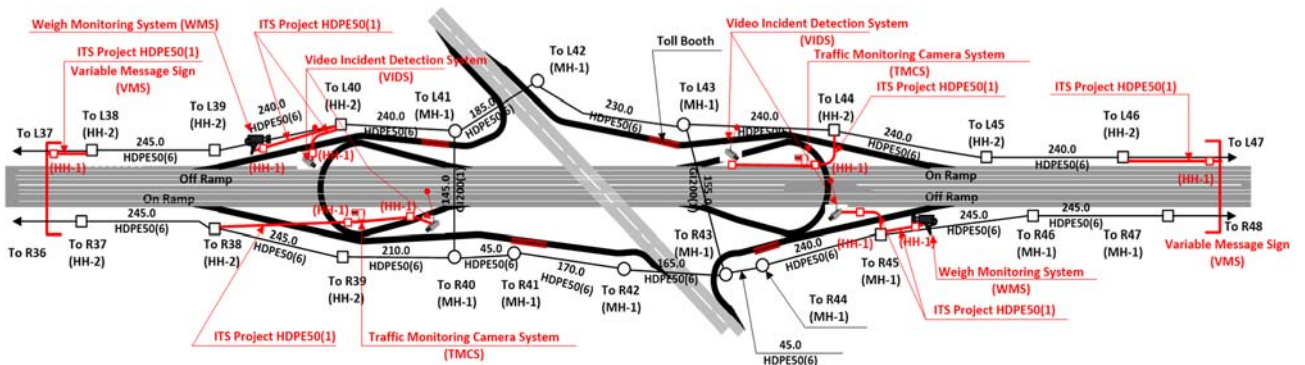
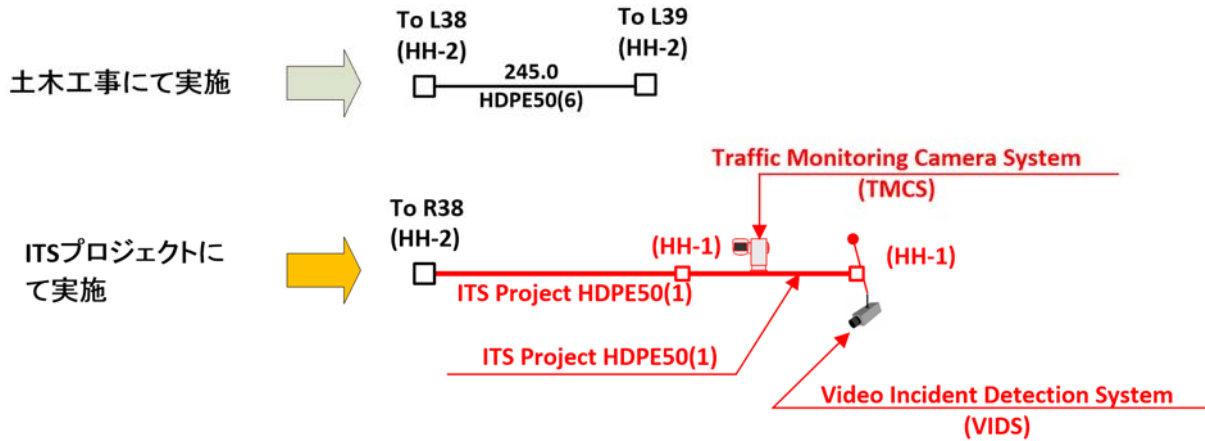


図 1-1 ITS プロジェクト/土木プロジェクトの作業区分(サンプル図)

(出典：JICA 調査団)

ITS プロジェクト/土木プロジェクトの担当区分詳細図を下図に示す。



(出典：JICA 調査団)

図 1-2 詳細図 (サンプル図)

(2) 図面区分

ITS プロジェクト／土木プロジェクトの図面担当区分を下表に示す。

表 1-5 プロジェクト/土木プロジェクトの図面区分

No.	Drawing Title	Demarcation Drawing		Remarks
		ITS	Civil	
<b>1.</b>	<b>General</b>			
1.1	Location Map	○		
1.2	Overall System Configuration Diagram	○		
1.3	General Layout Plan	○		
1.4	Installing Facility Diagram	○		
<b>2.</b>	<b>Road side Equipment Typical Plan</b>			
2.1	Traffic Monitoring Camera System (TMCS)	○		
2.2	Video Incident Detection System (VIDS)	○		
2.3	Automatic Traffic Counter cum Classifier (ATCC)	○		
2.4	Meteorological/Environmental observation station (MEOS)	○		
2.5	Variable Message sign (VMS) Type A	○		
2.6	Variable Message sign (VMS) Type B /Travel Time	○		
2.7	Vehicle Speed Detection System(VSDS)	○		
2.8	Weigh Monitoring System(WMS)	○		
<b>3.</b>	<b>Toll Management System (Main IC/Entrance/Exit)</b>			
3.1	Equipment Layout Plan (Main IC Island)	○		
3.2	Equipment Layout Plan (Main IC Toll Plaza)	○		
3.3	Wiring Conceptual Diagram (Main IC)	○		
3.4	Equipment Layout Plan (Entrance/Exit)	○		
3.5	Equipment Layout Plan (Entrance/Exit Toll Plaza)	○		
3.6	Wiring Conceptual Diagram (Entrance/Exi)	○		
3.7	Island Equipment Typical Plan (Reference)	○		
<b>4.</b>	<b>Sub Center</b>			
4.1	Equipment Layout Plan	○		
4.2	Wiring Conceptual Diagram	○		
4.3	Control Centre	○		
4.4	Equipment Layout Plan (Traffic Management Centre)	○		
4.5	Equipment Layout Plan (Toll Management Centre)	○		
4.6	Wiring Conceptual Diagram	○		
<b>5.</b>	<b>Civil</b>			
5.1	Proposed Duct Location & Handhole Location		○	
5.2	Scheme of Proposed Handhole Type-HH-1 & HH-2 Diagram		○	
5.3	Scheme of Proposed Manhole Type MH-1 Diagram		○	
5.4	Manhole & Handohole Accessories		○	
5.5	Handhole & Manhole Cover		○	
5.6	Culvert Crossing		○	
5.7	Bridge Attachment		○	
5.8	Duct Installation of Toll Island (Single Lane)		○	
5.9	Duct Installation of Toll Island (Double Lane)		○	
5.10	Construction of Proposed Tunnel (Main Gate- No.1 & No.2)		○	
5.11	Installation of Proposed Tunnel to Toll Booth (Main Gate- No.1 & No.2)		○	
5.12	General Layout of Duct Route Plan		○	

(出典：JICA 調査団)



(3) 数量/金額

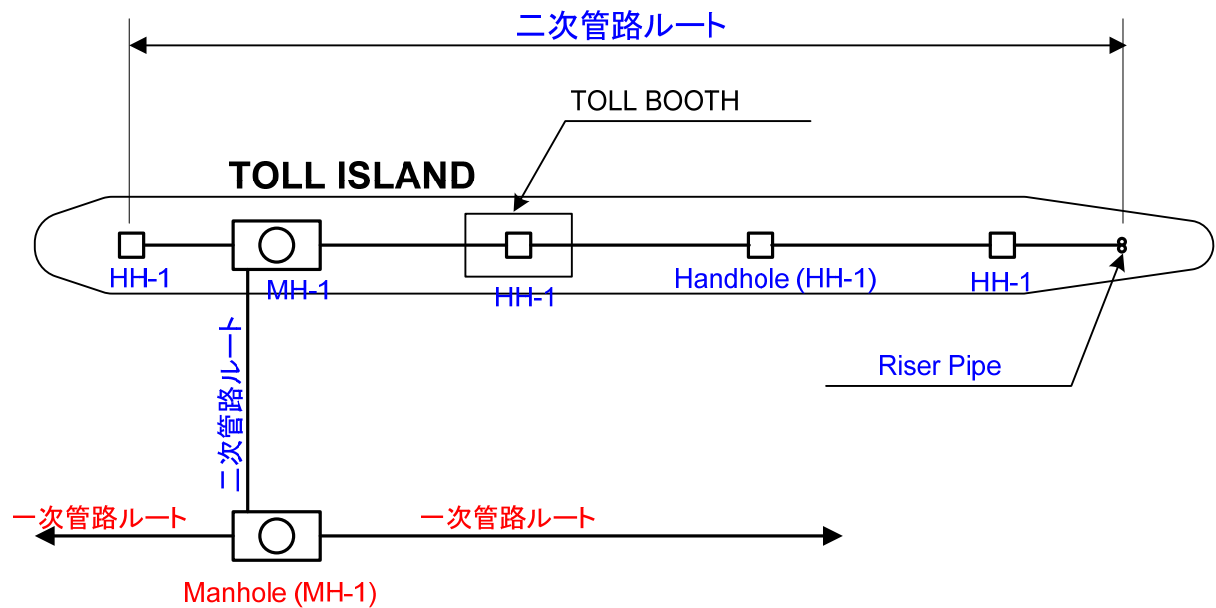
概算数量を下表に示す。

表 1-6 数量 (BOQ)

No.	Item	Unit	Main Duct Route			Sub-duct Route	Total
			L-Route	R-Route	Sub-total		
<b>1. Type of Chamber</b>							
1)	Handhole Type : HH-1	each	-	-	-	264	264
2)	Handhole Type : HH-2	each	488	482	970	-	970
3)	Manhole Type : MH-1	each	92	110	202	66	268
<b>TOTAL-1</b>			<b>580</b>	<b>592</b>	<b>1,172</b>	<b>330</b>	<b>1,502</b>
<b>2. Typ of Conduit</b>							
1)	HDPE Pipe Φ50mm (6 way)	m	132,441.0	132,530.0	264,971.0	-	264,971.0
2)	GI Pipe Φ200mm (1 way)	m	2,028.0	-	2,028.0	-	2,028.0
3)	HDPE Pipe Φ63mm (2 way)	m				165.0	165.0
4)	HDPE Pipe Φ63mm (4 way)	m				1,185.0	1,185.0
5)	HDPE Pipe Φ75mm (2 way)	m	945.0	415.0	1,360.0	156.0	1,516.0
6)	GI Pipe Φ75mm (2 way)	m				79.8	79.8
<b>TOTAL-2</b>			<b>135,414.0</b>	<b>132,945.0</b>	<b>268,359.0</b>	<b>1,585.8</b>	<b>269,944.8</b>
<b>3 Proposed Tunnel &amp; Conduit</b>							
1)	Tunnel (Main Toll Plaza No.1 & No.2)	Lot	2.0				<b>2.0</b>
2)	HDPE Pipe Φ63mm (6 way)	m	986.0				<b>986.0</b>

(出典 : JICA 調査団)

一次管路ルート及び二次管路ルートの区分を下図に示す。



(出典 : JICA 調査団)

図 1-3 一次管路ルート及び二次管路ルートの区分

概算経費を下表に示す。

表 1-7 概算経費

No.	Item	Unit	Qty	Unit Price (INR)	Total (INR)
1.	Type of Chamber				
1)	Handhole Type : HH-1	each	264	3,247	857,208
2)	Handhole Type : HH-2	each	970	14,106	13,682,820
3)	Manhole Type : MH-1	each	268	32,040	8,586,720
	<b>Subtotal - (1)</b>		<b>1,502</b>		<b>23,126,748</b>
2.	Type of Conduit				
1)	HDPE Pipe Φ50mm (6 way)	m	264,971.0	1,114	295,177,694
2)	GI Pipe Φ200mm (1 way)	m	2,028.0	513	1,040,364
3)	HDPE Pipe Φ63mm (2 way)	m	165.0	374	61,710
4)	HDPE Pipe Φ63mm (4 way)	m	1,185.0	727	861,495
5)	HDPE Pipe Φ75mm (2 way)	m	1,516.0	395	598,820
6)	GI Pipe Φ75mm (2 way)	m	79.8	488	38,942
	<b>Subtotal - (2)</b>		<b>269,944.8</b>		<b>297,779,025</b>
3.	Tunnel & Conduit				
1)	Tunnel (Main Toll Plaza No.1 & No.2)	Lot	2.0	12,027,349	24,054,698
2)	HDPE Pipe Φ63mm (6 way)	m	986.0	1,124	1,108,264
	<b>Subtotal - (3)</b>				<b>25,162,962</b>
	<b>Subtotal - (1)+(2)+(3)</b>				<b>346,068,735</b>
4.	General and administrative expenses		10%		<b>34,606,874</b>
	<b>Total</b>				<b>380,675,609</b>

(出典 : JICA 調査団)

### 1.3.2 土木設計の検証

#### (1) 修正設計が望ましい項目

下記ICには隣接するランプ間に開口部があり、ランプ間で織り込み交通が発生する。そのような開口部を必要としない設計が望まれる。

- 15+360 州道 57 号線と連結する IC (ダンベル形式)
- 83+743 カスナ-シカンドラバード-ブランドシャール道路と連結する IC

(ダンベル形式)

- 108+570 バラブガー-アタリ-チェンザ道路と連結する IC (ダンベル形式)

➤ トールゲート内の車線幅及びアイランド幅は下記寸法を一様に採用するのが望ましい。

- 車線幅 : 3.50 m

- アイランド幅 : 2.20 m

➤ 「Amenities and Truck Lay-By」と名付けた休憩施設敷地内への流出入動線を、例示した日本のサービスエリアに見られるような滑らかな動線を採用したものにすることが望まれる。

## (2) 道路の設計基準概要

表 1-8 本線の設計基準概要

項目	値
設計速度	120 km/h
車線数・幅員	3@3.750=11.250 m
内側路肩幅	0.750 m
外側路肩幅	3.000 m
保護路肩	2.000 m
中央分離帯幅	4.500 m
建築限界高さ	5.500 m
用地幅	100 m

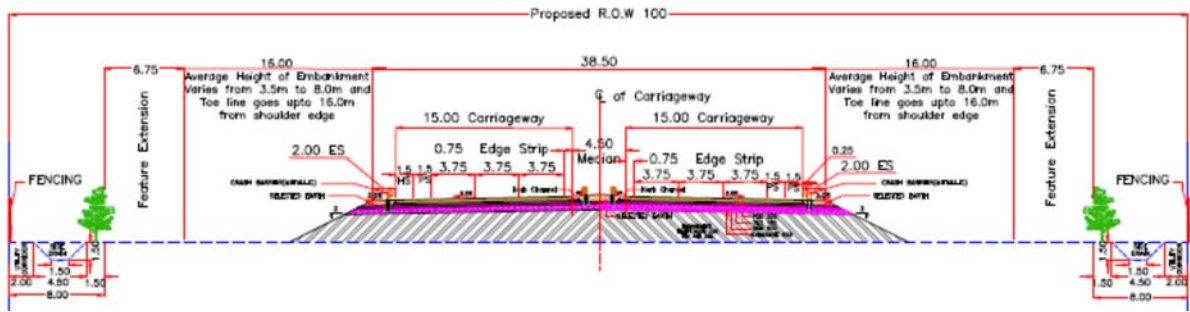
(出典：JICA 調査団)

表 1-9 IC ランプの設計基準概要

項目	値
設計速度	80 km/h (Minimum 60 km/h)
車線数・幅員	2@3.750=7.500 m
内側路肩幅	1.000 m
外側路肩幅	1.000 m
保護路肩	2.000 m
建築限界高さ	5.500 m

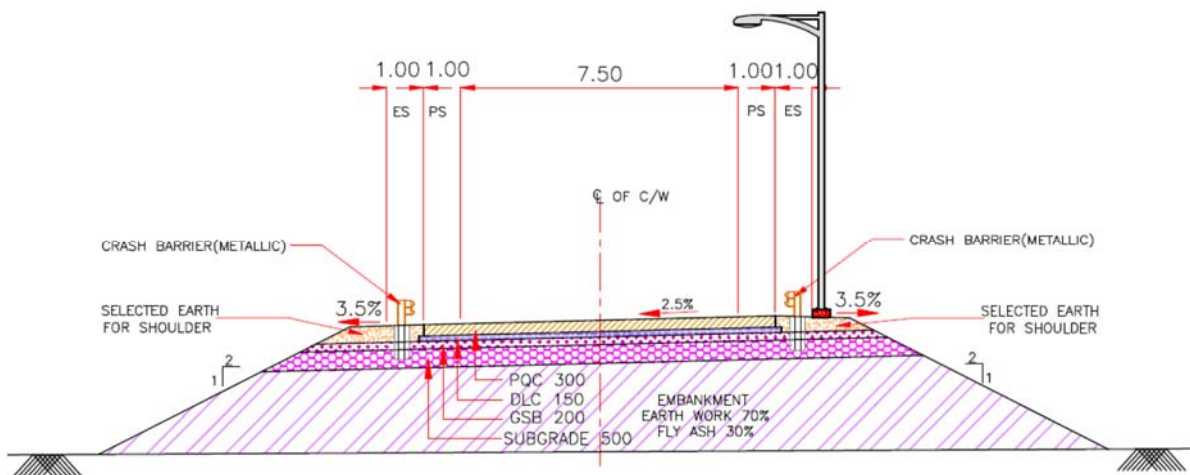
(出典：JICA 調査団)

下図に本線、ランプ、及び本線橋梁部の標準断面を示す。東部外環道路本線は最終形状対向 4 車線道路として計画されているが、初期（第一期）工事では対向 3 車線道路の施工となる。なお、本線橋梁部は当初より完成形（対向 4 車線）の橋梁として施工される。



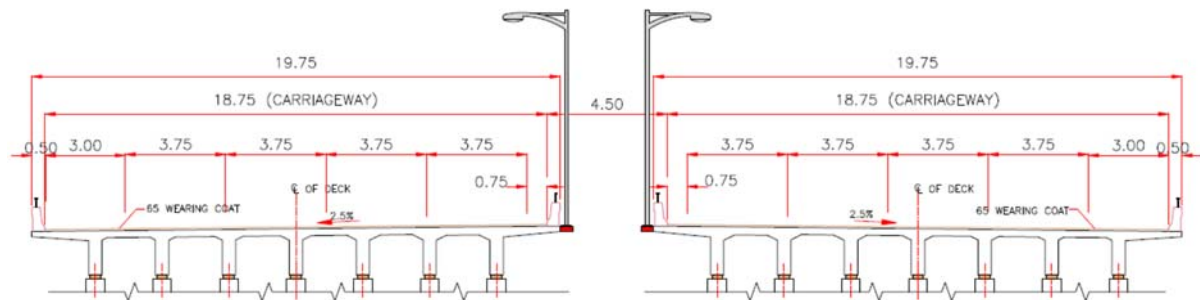
(出典：NHAI 事業化調査/概略設計報告書)

図 1-4 本線 (盛土高 < 6.0 m)



(出典：NHAI 事業化調査/概略設計報告書)

図 1-5 ランプ



(出典：NHAI 事業化調査/概略設計報告書)

図 1-6 本線橋梁

(3) 料金所の位置

設計図面によれば東部外環道路の総延長はほぼ 136 km であり、北端近傍、また南端近傍に本線料金所 (トールバリア) が計画されている。また既存国道、州道等、幹線道路との交差部に計 9 ヶ所の IC が計画されており、各 IC に料金所が計画されている。下表に料金所位置一覧を示す。

表 1-10 料金所の位置

番号	測点	名称	形式
第一工区	0+000 ~ 22+000		

1	5+500	本線料金所 (クンドリ側)	トールバリア
2	15+360	州道 57 号線との IC	ダンベル型
第二工区		22+000 ~ 46+500	
3	44+512	国道 58 号線との IC	クローバー型
第三工区		46+500 ~ 71+000	
4	52+193	国道 24 号線との IC	クローバー型
5	61+200	Interchange for Greater NOIDA	クローバー型
第四工区		71+000 ~ 93+000	
6	72+723	国道 91 号線との IC	クローバー型
7	83+743	カスナーシカンドラバードブランドシャール道路との IC	ダンベル型
8	91+875	タージ高速道路との IC	クローバー型
第五工区		93+000 ~ 114+000	
9	108+570	バラブガーアタリチェンザ道路との IC	ダンベル型
第六工区		114+000 ~ 136+000	
10	132+049.78	本線料金所 (パルワル側)	トールバリア
11	134+934	国道 2 号線との IC	クローバー型

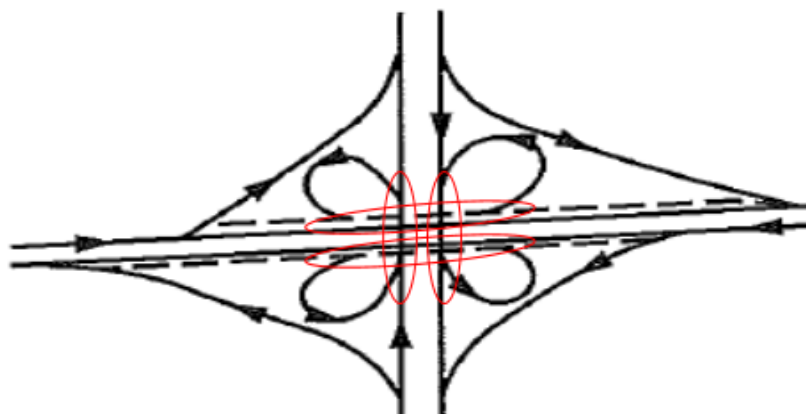
(出典：NHAI 事業化調査/概略設計報告書)

注記：国道 2 号線に連結する IC に設置される料金所は国道 2 号線と西部外環道路との間にも設置が計画されている。

#### 1) IC での織り込み区間

東部環状道路で設計されているクローバー型とダンベル型は、いずれも IC の構造に織り込み区間を持つ。一般的に、この「織り込み」は自由走行する交通流を阻害する「ボトルネック」と認識され、織り込み区間の設計は、この区間がボトルネックを形成することがないように、利用交通流に応じた車線数及び織り込み区間長等を検討して行うことが肝要である。

本調査では、織り込み区間を交通安全の見地からも照査する。クローバー型 IC は、ループ型流入ランプ合流部からループ型流出ランプ分流部までの間、下図に示す赤色楕円で囲まれた部分が必ず織り込み区間となる。



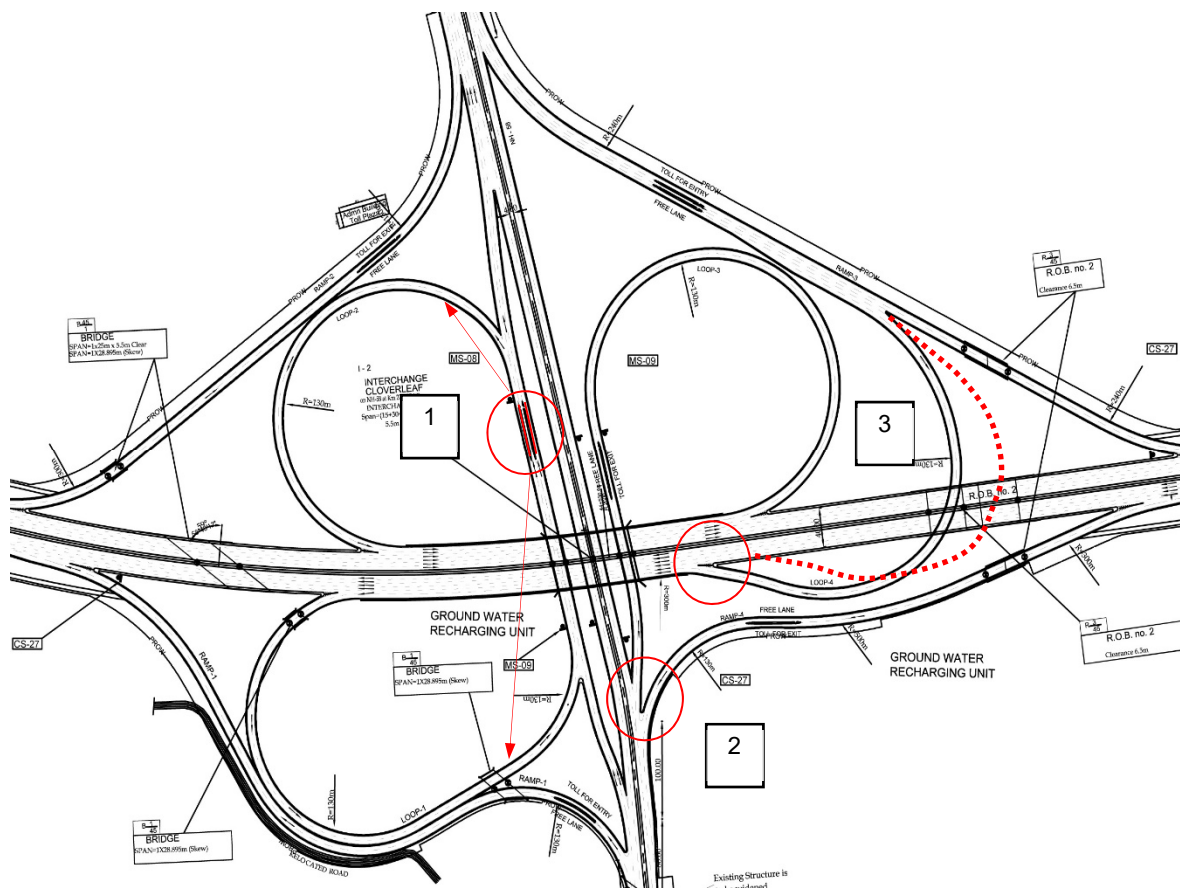
(出典：JICA 調査団)

図 1-7 クローバー型 IC での織り込み区間位置

設計図面で確認すると、km 44+512 で国道 58 号線と連結するインターチェンジ（以下、IC）を除き、その他いずれのクローバー型 IC においても折り込み区間長はほぼ 400 m である。この区間長であればボトルネックを構成することはない、また交通安全上からも現設計は妥当であると判断される。

## 2) km 44+512 で国道 58 号線と連結する IC の織り込み区間

用地の制約により km 44+512 で国道 58 号線と連結する IC は下図に示すように変形 IC となっている。以下 3 項目の設計変更が可能であれば交通安全の面で向上が図れると期待される。



(出典：NHAI 事業化調査/概略設計報告)

図 1-8 km 44+512 で国道 58 号線と連結する IC

➤ 国道 58 号線の側道上に 2 棟の料金所が並んで計画されている。料金所はそれぞれが流出車両用出口料金所と流入車両用入り口料金所である。料金所手前で国道からの流入車両と東部外環道路からの流出車両との織り込み交通が生じる。設計図面上で計測すると織り込み区間長は 230 m ほどである。交通量が 1,500 台/時前後で走行速度が 45 ~ 55 km/h の時に織り込み区間がボトルネックにならないためには最小 100 m の織り込み区間長が必要とされていることを考慮すると、織り込み区間長は必要以上にあると判断され、料金所の位置を変更する必要はない。しかしながら、他の IC で見られるように、料金所をランプ区間内に移設することでより一層の交通安全性が図られると思われる。

➤ 東部環状道路北部からと南部からと、それぞれ国道 58 号線へ流出する車両が国道 58 号線に合流する地点が非常に近接している。合流点間距離を長くすることが交通安全性を向上させることに資すると判断される。

➤ 本線上の織り込み区間長は 400 m ほど確保されているが、反対車線の織り込み区間長よりは短くなっている。400 m の織り込み区間長は十分であると判断されるものの、ランプ線形を変更することで反対車線の織り込み区間長と同等の長さを確保できる。織り込み区間長をより長くすることは交通の安全性を高めることにつながるため、ランプ平面線形の再検討を勧める。

### 3) ダンベル型 IC での織り込み区間

東部環状道路で採用されているダンベル型 IC にはいずれも隣接したランプ間に開口部が設けられ、流入交通と流出交通が合流しそして分岐する構造が採用されている。この開口部長さ（織り込み区間長）は、州道 57 号線との IC (km 15+360) では約 30 m と非常に短く、また他のダンベル型 IC では 80~100 m となっている。

この隣接するランプ間に設けられた開口部はその織り込み区間長が十分な長さを持たないため、自然走行を妨げる隘路となる可能性に加え、交通事故を誘発することが懸念される。用地の制約によりこのような構造が提案されたものと理解されるが、隣接ランプ間に開口部を持たない構造に設計を変更することが強く勧められる。下図にダンベル型 IC での開口部（織り込み区間）の位置を示す。

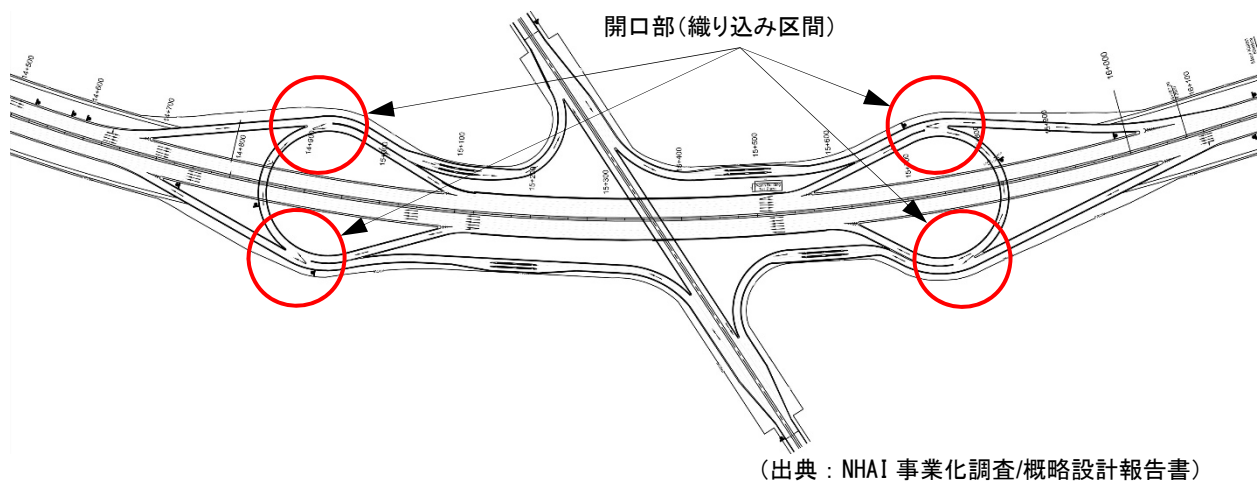
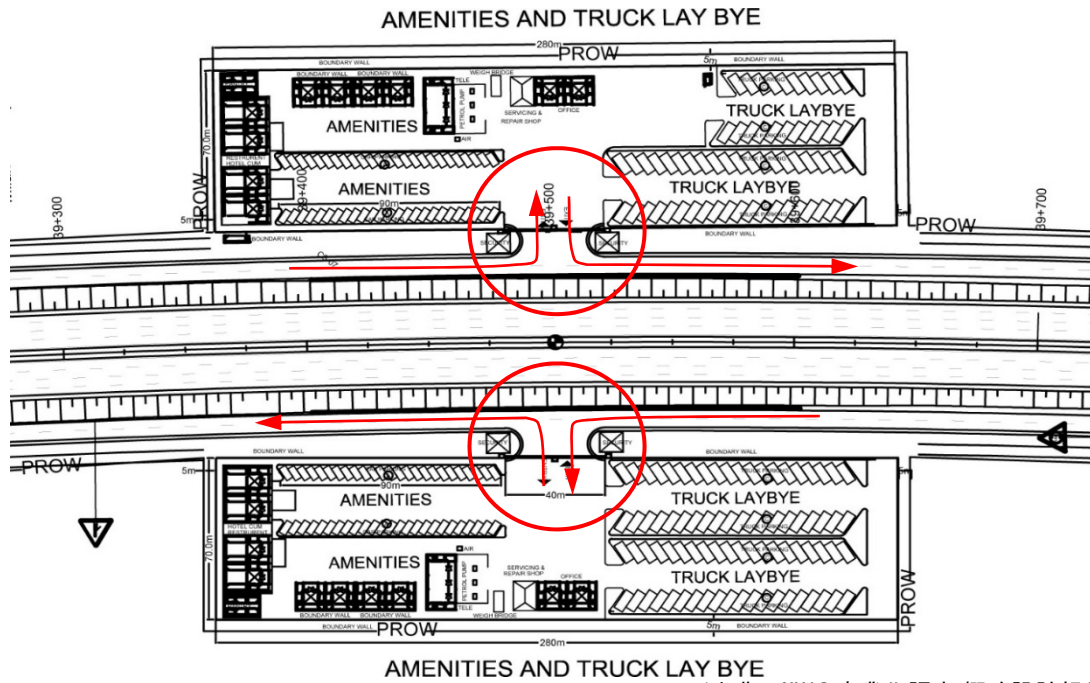


図 1-9 ダンベル型 IC の開口部（織り込み区間）位置

#### (4) 休憩施設 - Amenities and Truck Lay-By

東部外環道路には「Amenities and Truck Lay-By」と名付けられた休憩施設が測点 39+500 と 95+520 の 2ヶ所に計画されている。このような施設の設置により、長距離運転手が運転疲労を回復することが可能となり、その結果交通事故の発生低減が期待できると判断される。下図に事業化調査/概略設計報告書で作成された平面図に記載された休憩施設の配置を示す。この計画によれば、休憩施設への出入りは、本線より分岐したランプと施設敷地間で直角に右左折する必要がある。この出入口計画は円滑な利用車交通を阻害することが懸念される。下図に示す日本の足柄サービスエリアの配置のように、休

憩敷地内まで滑らかな平面線形を持つランプを配置し、休憩施設を利用する車の出入りが円滑に行われるように設計変更をするのが望ましい。



(出典：NHA1 事業化調査/概略設計報告書)

図 1-10 休憩施設「Amenities and Truck Lay-By」の配置図



(出典：)

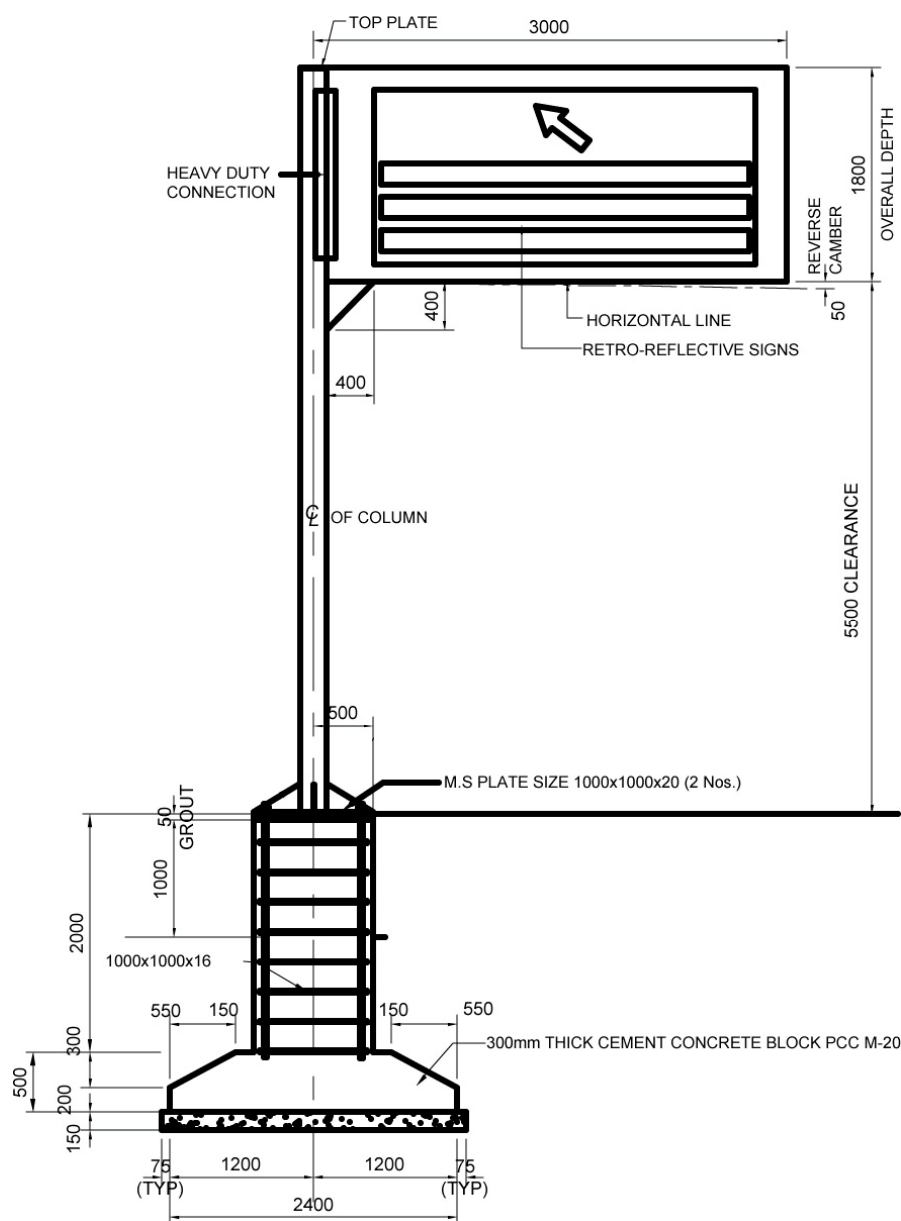
図 1-11 足柄サービスエリアの配置図



(5) ITS 機器設置スペースについて

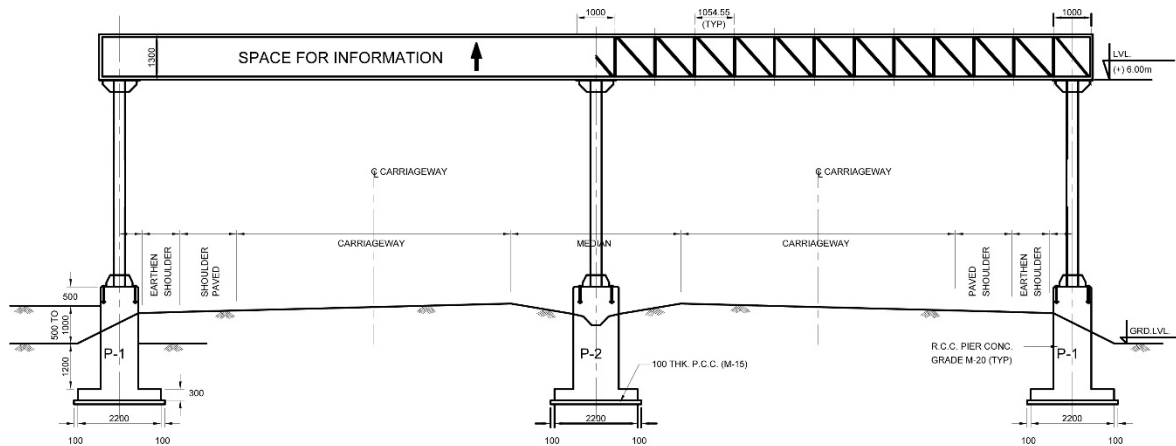
路側に設置される ITS 機器の通信を担う光ケーブルは東部外環道路全線 136 km、を通じ道路左右端の保護路肩下に埋設する。本調査で提案する路側設置の ITS 機器類は道路端の柱状構造物あるいは道路を跨ぐ形の門型構造物に取り付けることとなる。

事業化調査/概略設計報告書で準備された設計図面の中には下図に示す路側柱状構造物と門型構造物が既に含まれており方向案内板等の設置が計画されている。これら構造物の基礎は道路盛土法面部及び中央分離帯土工部に埋設し、道路盛土法面部での設置位置は基礎構造物端部が道路左右の保護路肩外側端部に接する位置となっている。この計画は妥当であり、ITS 路側機器の設置も同様構造物を利用することとなり、その設置には何ら問題はないと判断される。



(出典：NHAI 事業化調査/概略設計報告書)

図 1-12 事業化調査/概略設計報告書で提案されている構造物 (路側柱状構造物)



(出典：NHAI 事業化調査/概略設計報告書)

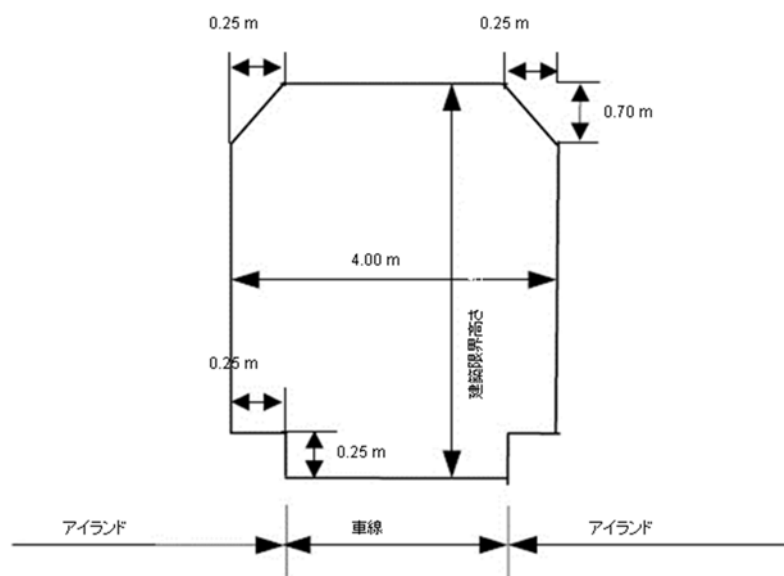
図 1-13 事業化調査/概略設計報告書で提案されている構造物（門型構造物）

(6) トールゲート内の車線幅及びアイランド幅

事業化調査/概略設計報告書で作成された平面/縦断図によると、トールゲート内の車線幅は 3.50 m である。一方、「Conceptual Plan of Toll Plaza (16 Lanes) (Indicative Only)」と題された参考図があり、それによるとトールゲート内の車線幅には 3.20 m と 3.50 m の 2 種類が図示されている。アイランドはいずれの図面でも 1.80 m である。

日本の国土交通省の料金徴収施設設置基準（案）、あるいは旧道路公団（現 NEXCO 各社）の設計要領では ETC 用トールゲート内の車線幅を 3.50 m と規定している。東部外環道路においては ETC 利用車が年々増加することが想定されており、道路開業初期に現金支払い用として運用されるトールゲートも順次 ETC 用トールゲートへ転換されるため、日本での設計例を参考に、すべてのトールゲート内の車線幅を 3.50 m とするのが望ましい。

下図は ETC 用トールゲート内車線の建築限界を示す。アイランド端部の 0.25 m は車線の建築限界幅に含まれる。

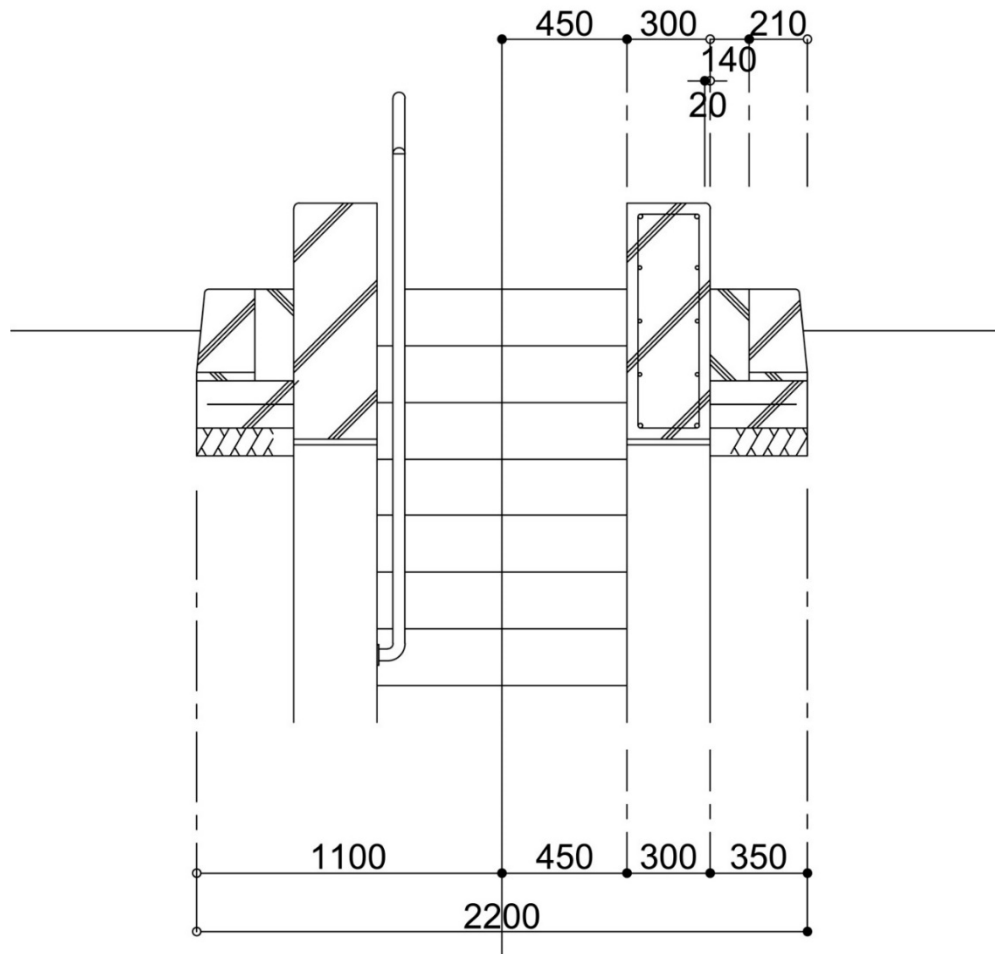


(出典：道路構造令)

図 1-14 ETC トールゲート内車線の建築限界

本線料金所区域内で、発券業務員あるいは料金収受員の、交通流に対する安全を確保するため、料金所管理棟とトールブースとの間を地下トンネルで結ぶことが望ましい。トンネルからトールブースへの階段の標準寸法は下図に示す通り。階段幅が 0.90 m、左右の壁構造の幅が 0.30 m で、計 1.50 m が必要となる。アイランド幅が 1.80 m であれば階段設置部で左右のアイランド端部、0.15 m、が料金収受員がアイランド上を移動する際に利用可能な幅となり、これは料金収受員の安全を確保するには狭すぎる。

日本の旧道路公団設計要領ではアイランド幅は 2.20 m と規定されており、これを参考に、東部外環道路でもアイランド幅を 2.20 m とするのが望ましい。



(出典：JICA 調査団)

図 1-15 地下トンネルとトールブースを結ぶ階段諸元

## 2 需要予測／ブース数見積

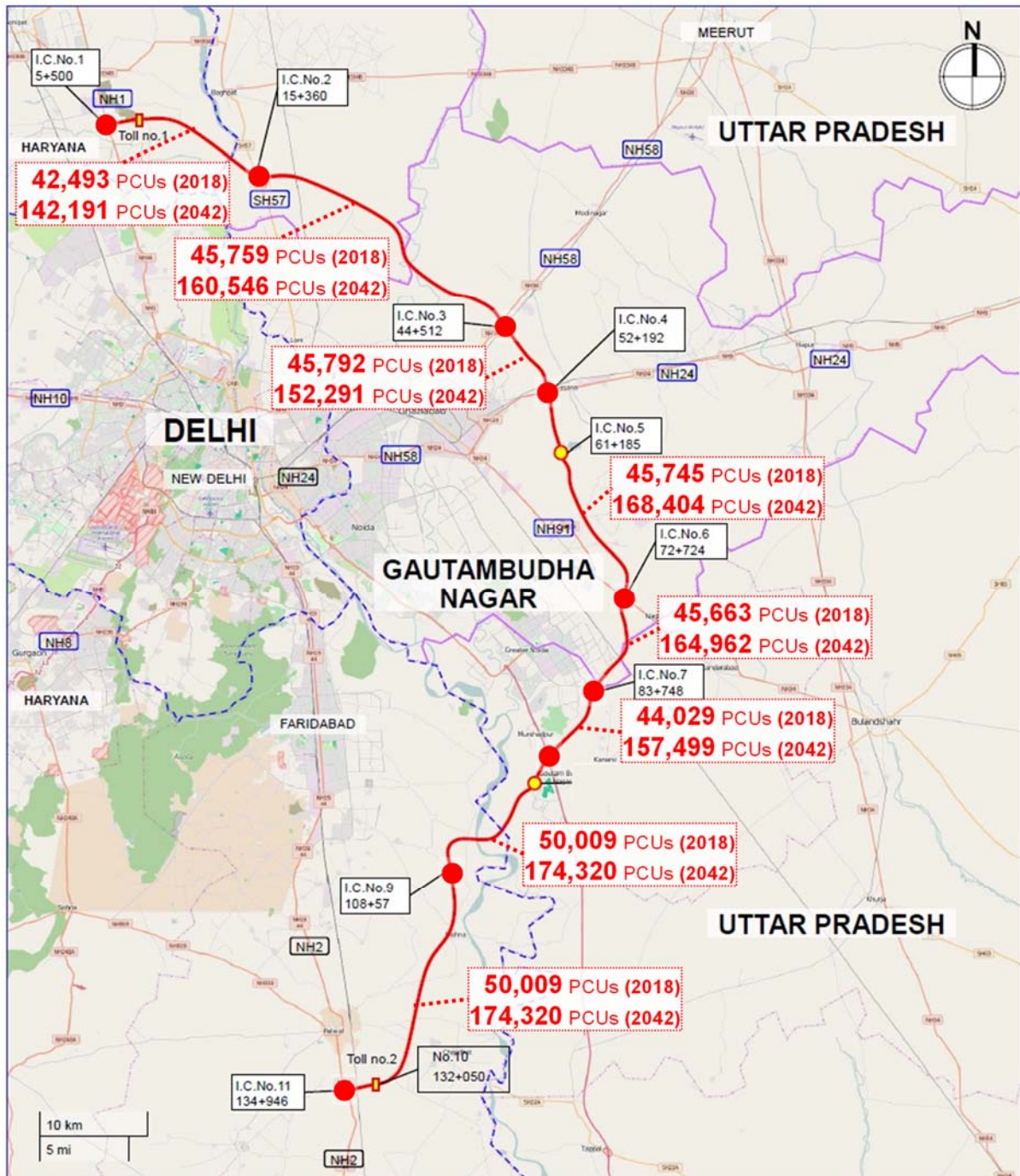
### 2.1 需要予測 (2016 年 4 月検討)

EPE における将来交通量見積は、インド国コンサルタント会社 STUP が NHAI から受注してまとめた「Restructuring of EPE in the states of Haryana & Uttar Pradesh」報告書に記載されている。報告書によれば、2013 年 3 月及び 4 月に下表で示す場所において実施した交通量カウント調査と OD 調査 (O and D survey) 結果より、EPE を利用する将来交通量は下図で示す結果となっている。データを使用して、2018 年と 2024 年における EPE の交通量を下図に示す。

表 2-1 EPE 周辺交通量調査実施場所

場所 (路線名)	キロポスト	調査日
Kundli (国道 1 号線)	36.40	2013 年 3 月 18 日～2013 年 3 月 25 日
Mawi kalan (州道 57 号線)	31.20	2013 年 3 月 18 日～2013 年 3 月 25 日
Duhai (国道 58 号線)	27.00	2013 年 3 月 29 日～2013 年 4 月 5 日
Dasna (国道 24 号線)	29.00	2013 年 3 月 29 日～2013 年 4 月 5 日
Dadri (国道 91 号線)	45.39	2013 年 3 月 30 日～2013 年 4 月 5 日
Kasna		2013 年 4 月 5 日～2013 年 4 月 12 日
Taji Expressway (Yamuna 高速道路)		2013 年 4 月 18 日～2013 年 4 月 25 日
Palwal (国道 2 号線)	64.30	2013 年 4 月 5 日～2013 年 4 月 12 日

(出典：「Restructuring of EPE in the states of Haryana & Uttar Pradesh」：NHAI)



(出典：「Restructuring of EPE in the states of Haryana & Uttar Pradesh : NHA」  
 をベースに JICA 調査団が作成)

図 2-1 EPE 将来交通量 (2018 年次、2042 年次)

交通量成長率は弾性法によって見積もられる。弾性法は関連する経済指標によって変化するため、今後の交通成長に関連する。弾性法は、適切な見込みの中で調査され、プロジェクト対象地域における関連する経済指標を取り入れて、観測された過去の交通量の変化を利用する。したがって、過去の結果に非常に関連する。経済指標には、GPD・人口・消費者物価指数（以下、PCI: Price Consumer Index）・一人当たりの所得等が含まれている。弾性法は、主となる過去の経済指標だけでなく、将来の見込みも考慮する。

見積もったデリーにおける弾性係数は下表に示し、これを適用した将来交通量成長率を  
 下表に示す。

**表 2-2 デリーの車種ごとの弾性係数**

車種	弾性係数	経済指数
車	0.42	人口
バス	0.63	PCI
小型車	2.74	NDP
トラック	0.22	GDP

(出典：「Restructuring of EPE in the states of Haryana & Uttar Pradesh」：NHAI)

**表 2-3 将来交通量成長率**

年	車	バス	小型車	2軸/ 3軸トラック	連結トラック
～ 2014	10.07%	12.71%	16.63%	5.92%	5.92%
2015～2019	10.07%	12.71%	16.63%	5.92%	5.92%
2020～2024	8.24%	10.32%	13.91%	4.83%	4.83%
2024～2029	5.00%	6.20%	8.63%	2.93%	2.93%
2030～2034	2.27%	2.80%	4.01%	1.33%	1.33%

(出典：「Restructuring of EPE in the states of Haryana & Uttar Pradesh」：NHAI)

## 2.2 出口数の予測 / 流入量の予測

EPE の各 IC (出入口) における交通量については、NHAI の「Restructuring of EPE in the states of Haryana & Uttar Pradesh」報告書には明記されていない。そこで、EPE の断面交通量と交差する主要な国道、州道において実施した OD 調査のデータを用いて、各 IC の交通量を算出した。具体には、EPE 本線交通量に対し、各 IC で乗り降りする交通量の比率を OD 調査結果から算定し、それを掛け合わせることで各 IC の出入り交通量を算出した。各年次における本線交通量及び各 IC の出入り交通は下表の通りである。

表 2-4 EPE 本線及び各料金所 (IC) における将来交通量 (PCU/日) (1/3)

Table No.1	IC No.1	IC No.2	IC No.3	IC No.4	IC No.5	IC No.6	IC No.7	IC No.8	IC No.9	IC No.10			
42,433	4,238	5,889	8,581	8,547	45,732	45,745	45,682	7,718	7,877	44,023	4,958	7,948	50,000
4,238	5,889	8,581	8,547	5,088	5,088	5,082	7,718	7,877	4,958	7,948	4,958	7,948	
4,811	8,448	7,088	7,228	5,551	5,604	5,604	8,601	8,455	5,472	8,748	5,472	8,748	
42,433	42,433	42,433	42,433	42,433	42,433	42,433	42,433	42,433	42,433	42,433	42,433	42,433	42,433
54,295	83,181	58,850	59,128	58,128	58,495	58,552	10,151	2,834	8,571	10,110	8,571	10,110	88,831
3,912	8,778	11,363	2,148	8,887	7,194	7,194	11,184	10,872	7,141	10,983	7,141	10,983	
58,710	88,443	88,989	84,684	84,684	84,684	84,684	11,184	10,872	81,355	81,355	7,141	10,983	88,989
3,912	8,778	11,363	2,148	8,887	7,194	7,194	11,184	10,872	7,141	10,983	7,141	10,983	
8,838	9,288	11,358	9,950	5,884	8,222	8,222	12,955	12,258	8,398	12,524	8,398	12,524	
8,838	9,288	11,358	9,950	5,884	8,222	8,222	12,955	12,258	8,398	12,524	8,398	12,524	
87,508	72,403	68,587	74,303	74,303	74,303	74,303	12,955	12,258	70,571	70,571	8,398	12,524	78,827
7,273	10,071	12,215	10,832	8,284	8,980	8,980	14,271	13,325	9,141	13,598	9,141	13,598	
78,127	78,524	75,759	81,151	81,151	81,151	81,151	14,271	13,325	78,889	78,889	9,141	13,598	85,584
7,273	10,071	12,215	10,832	8,284	8,980	8,980	14,271	13,325	9,141	13,598	9,141	13,598	
8,489	11,439	15,127	11,802	8,734	9,818	9,818	14,420	15,184	10,588	15,402	10,588	15,402	
8,489	11,439	15,127	11,802	8,734	9,818	9,818	14,420	15,184	10,588	15,402	10,588	15,402	
78,284	89,194	82,544	88,708	88,708	88,708	88,708	14,420	15,184	87,811	87,811	10,588	15,402	96,839
8,489	11,439	15,127	11,802	8,734	9,818	9,818	14,420	15,184	10,588	15,402	10,588	15,402	
8,807	12,041	15,851	12,453	7,023	10,381	10,381	15,349	15,388	11,185	18,219	11,185	18,219	
8,807	12,041	15,851	12,453	7,023	10,381	10,381	15,349	15,388	11,185	18,219	11,185	18,219	
88,421	93,890	87,094	93,810	93,810	93,810	93,810	15,349	15,388	91,974	91,974	11,185	18,219	102,082
8,807	12,041	15,851	12,453	7,023	10,381	10,381	15,349	15,388	11,185	18,219	11,185	18,219	

(出典：JICA 調査団)

表 2-5 EPE 本線及び各料金所 (IC) における将来交通量 (PCU/日) (2/3)

IC No.1	IC No.2	IC No.3	IC No.4	IC No.5	IC No.6	IC No.7	IC No.8	IC No.9	IC No.10	IC No.11	IC No.12	
87,722	98,888	91,925	7,323	10,982	99,243	18,343	18,858	100,273	98,918	11,777	17,084	107,528
92,443	104,149	97,058	7,837	11,823	105,031	17,408	17,784	105,783	102,147	12,427	18,001	113,295
97,372	109,751	102,512	7,982	12,305	111,198	18,550	18,789	111,837	107,934	13,118	18,971	119,404
102,808	115,828	108,810	8,302	13,033	117,772	19,771	19,814	117,858	113,575	13,849	20,000	125,878
105,158	118,588	111,182	8,480	13,389	120,990	20,377	20,323	120,883	118,420	14,201	20,499	129,017
107,772	121,560	114,087	8,921	13,758	124,208	21,002	20,848	123,998	119,245	14,582	21,011	132,244
110,488	124,818	117,028	8,784	14,154	127,729	21,849	21,385	127,201	122,351	14,933	21,538	135,581
113,243	127,785	120,108	8,951	14,525	131,255	22,318	21,940	130,500	125,442	15,318	22,080	138,870
			8,951	14,525	131,255	22,318	21,940	130,500	125,442	15,318	22,080	138,870

(出典：JICA 調査団)



表 2-6 EPE 本線及び各料金所 (IC) における将来交通量 (PCU/日) (3/3)

Table No.1	IC No.3	IC No.4	IC No.5	IC No.6	IC No.7	IC No.8	IC No.9	IC No.10	IC No.11					
116,098	9,349	18,801	131,002	21,489	17,828	123,276	9,120	14,927	134,891	23,009	22,511	15,710	22,837	142,474
	9,349	18,801	21,489	17,828	9,120	14,927	134,891	23,009	22,511	15,710	22,837	142,474		
119,037	9,580	17,228	134,833	21,990	18,093	128,540	9,292	15,342	138,641	23,724	23,099	18,114	23,209	148,077
	9,580	17,228	21,990	18,093	9,292	15,342	138,641	23,724	23,099	18,114	23,209	148,077		
122,062	9,819	17,868	137,781	22,504	18,574	129,901	9,487	15,770	142,508	24,482	23,704	18,500	23,798	149,781
	9,819	17,868	22,504	18,574	9,487	15,770	142,508	24,482	23,704	18,500	23,798	149,781		
125,178	10,064	18,120	141,289	23,032	19,068	133,382	9,644	16,211	146,498	25,228	24,327	18,957	24,403	151,590
	10,064	18,120	23,032	19,068	9,644	16,211	146,498	25,228	24,327	18,957	24,403	151,590		
128,383	10,318	18,588	144,920	23,575	19,578	136,927	9,825	16,688	150,609	26,018	24,989	17,397	25,025	157,507
	10,318	18,588	23,575	19,578	9,825	16,688	150,609	26,018	24,989	17,397	25,025	157,507		
131,884	10,578	19,065	148,658	24,133	20,103	140,599	10,010	17,198	154,852	26,833	25,600	17,850	25,865	161,584
	10,578	19,065	24,133	20,103	10,010	17,198	154,852	26,833	25,600	17,850	25,865	161,584		
135,084	10,849	19,559	152,505	24,706	20,644	144,881	10,198	17,820	159,229	27,677	26,310	18,315	26,323	165,877
	10,849	19,559	24,706	20,644	10,198	17,820	159,229	27,677	26,310	18,315	26,323	165,877		
138,585	11,128	20,067	156,487	25,298	21,201	148,277	10,388	18,120	163,745	28,551	27,011	18,794	27,000	169,937
	11,128	20,067	25,298	21,201	10,388	18,120	163,745	28,551	27,011	18,794	27,000	169,937		
142,191	11,413	20,590	160,548	25,903	21,775	152,281	10,579	18,685	168,604	29,455	27,734	19,288	27,698	174,820
	11,413	20,590	25,903	21,775	10,579	18,685	168,604	29,455	27,734	19,288	27,698	174,820		

(出典：JICA 調査団)

## 2.3 ブース数見積 (ETC/マニュアル)

算定された各年の IC 利用交通量を元に、ピーク率と将来に想定される各年の ETC 利用率から、必要となる ETC ブース数を検討する。

インドにおける ETC (RFID タグ) の利用率の将来推移は、IHMCL へのヒアリングを元に下表のとおり想定する。また、現状においても新車は RFID タグが貼り付けられて販売されており、同時にタグは非常に安価であることから、最終的には 100% に到達すると想定する。

交通量のピーク率は、STUP が行った EPE 周辺道路における交通量カウント調査結果から、8% とした。

表 2-7 インドにおける ETC (RFID タグ) 利用率の想定推移

年	ETC 利用率
2017	10%
2018	20%
2019	30%
2020	40%
2021	50%
2022	60%
2023	70%
2024	80%
2025	90%
2026～	100%

(出典：JICA 調査団)

EPE の各料金所における最大可能料金所ブース数 (方向別) を下表に示す。

**表 2-8 EPE の各料金所における最大設置可能料金所ブース数**

	Location		Type of Junction	No. of Toll Gates for 1-direction	MAX No. of Lanes per toll gate
	Station	Cross Road			
Toll No.1	5+500	NH-1	Toll Barrier	1	8
I.C. No.2	15+360	SH-57	Dumbbell	4	3
I.C. No.3	44+512	NH-58	Cloverleaf(A)	6	2~3
I.C. No.4	52+193	NH-24	Cloverleaf(A)	6	2~3
I.C. No.5	61+185	-	Cloverleaf(B)	8	2
I.C. No.6	72+723	NH-91	Cloverleaf(B)	8	2
I.C. No.7	83+743	-	Dumbbell	4	3
I.C. No.8	91+875	Yamuna Expway	Cloverleaf(B)	8	2
I.C. No.9	108+570	-	Dumbbell	4	3
Toll No.2	132+050	NH-24	Toll Barrier	1	8

(出典：STUP 設計図面より集計)

インド道路協会（以下、IRC: Indian Road Commission）のマニュアルより、マニュアルレーンと ETC レーンにおける 1 時間当たりの捌き交通量を下表の通り設定する。

**表 2-9 料金所レーンにおける 1 時間当たり捌け交通量**

レーン種別	1 レーン当たり捌け容量 (台/時間)
マニュアルレーン	240
ETC レーン	1200

(出典：Manual of Specifications and Standards for Expressways : IRC)

上記より、最終的な将来交通量である 2042 年次の各料金所における必要な ETC レーン数について示したものが下表である。

料金所のタイプは、料金所あたりの最大設置可能レーン数により、「計 2 レーン」、「計 3 レーン」、「計 8 レーン（本線料金所）」の 3 種類に分けられる。料金所を利用する将来交通量を捌くことが可能な最低限必要な ETC レーン数を算定し、同表に示してある。

ただし、以下の理由により、全レーンにおいて RFID リーダー等を設置し、ETC による通行が可能となるような対応をしておく必要がある。

- メンテナンス作業、事故処理対応、機器故障対応の作業等により、やむなく一部の料金所レーンを封鎖せざるを得ない事象の発生

➤ ETC 利用率とマニュアル車の比率のバランスにより、特に 2 レーンしか設置できない料金所において、ETC 専用もしくはマニュアル車専用レーンを設けた場合における ETC/マニュアル種別毎の容量不足に対応した、混在運用 (ETC/マニュアルどちらも対応可能とする運用) が必要な場合

ETC レーン、マニュアルレーンの配置は、上記のような交通量の捌け台数の他にも、各場所において交通安全上の十分な配慮が必要となるため、交通量や交通状況に応じ柔軟に配置等の運用を行う必要があり、その点においても、全てのレーンにおいて ETC 車両が通行可能としておくことが必要である。

**表 2-10 料金所タイプ別 必要 ETC レーン数**

種類	ピーク時 最大交通量	最低限必要な ETC レーン数	残りの マニュアルレー ン数	左ケース時の 可能捌け台数
計 2 レーンの料金所	750 台/時	1 レーン	1 レーン	1,440 台/時
計 3 レーンの料金所	1,200 台/時	1 レーン	2 レーン	1,680 台/時
計 8 レーンの料金所 (本線料金所)	4,400 台/時	4 レーン	4 レーン	5,760 台/時

(出典：JICA 調査団)

### 3 プロジェクト計画

#### 3.1 プロジェクトの目的

本プロジェクトの目的は、事故発生率の削減と保守管理システム・EPE への ITS 導入によるデリー都市内の交通整備の能率改善であり、これにより渋滞を緩和し、地域経済の発展に寄与するものである。

表 3-1 プロジェクトの特徴

項目	内容
プロジェクト名	デリー東部外環道路建設事業に係る技術支援(ITS 補足調査)
対象地域	インド国 Uttar Pradesh 州と Haryana 州
目的	事故発生率の削減と保守管理システム・EPE への ITS 導入によるデリー都市内の交通整備の能率改善
プロジェクト対象の主な特徴	- 道路総延長 : 136 km - 主料金所の数 : 2 - IC の数 : 8
関連プロジェクト	- Restructuring/Reconfiguring of Eastern Peripheral Expressway (Project) around Delhi, Starting near Kundli and Ending Near Palwal in the Districts of Sonapat & Palwal in Haryana after Passing Through the Districts of Baghpat, Ghaziabad, Gautam Budhnagar in UP.(2013 年 10 月) - Support of Delhi Eastern Peripheral Expressway Construction work Compilation (2015 年 4 月)

(出典 : JICA 調査団)

#### 3.2 プロジェクト範囲

プロジェクト範囲は交通管制システム（以下、ATMS: Advanced Traffic Management System）と料金収受システム（以下、TMS: Toll Management System）の導入であり、ATMS と TMS を効率的に運用して交通運営を確固とするため、ATMS の O&M もプロジェクト範囲に含まれている。

##### (1) ATMS

ATMS は道路上の情報・交通状況・天候情報を交通管制センター（以下、TMC : Traffic Management Center）で収集し、道路上の必要な情報・交通量・天気を道路利用者へ 24 時間 365 日提供し、確固とした安全と能率的な交通を実現する交通管制システムである。

表 3-2 ATMS の主な構成

項目	内容
管制センター	交通管制センター : 1、サブセンター : 2
センターシステム	- 情報収集システム - 情報処理システム

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 情報提供システム</li> <li>- 大型ディスプレイとターミナル</li> </ul>
サブシステム (情報収集)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 交通監視カメラ (TMCS: Traffic Monitor Camera System)</li> <li>- 異常監視カメラ (VIDS: Video Incident Detection System)</li> <li>- 交通量計測装置 (ATCC : Automatic Traffic Counter and Classifier)</li> <li>- 気象観測局 (MOS: Meteorological observation station)</li> <li>- 旅行時間計測システム (TTMS: Travel Time Measurement System)</li> </ul>
サブシステム (情報提供)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 可変式道路情報板 (VMS: Variable Message Sign)</li> <li>- インターネット</li> <li>- ハイウェイラジオ (HWR: Highway Radio)</li> </ul>
ネットワークシステム	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 光ファイバケーブル (FOC: Fiber optic cable)</li> <li>- ネットワークシステム</li> <li>- ハイウェイラジオ (HWR: Highway Radio) *1</li> </ul>
その他システム	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 重量計システム (WMS: Weigh Monitoring System)</li> <li>- 速度検知システム (Vehicle Speed Detection System)</li> <li>- プローブデータシステム (Probe Data System; 巡回車による監視)</li> <li>- 環境観測システム (EOS: Environmental Observation System)</li> <li>- 緊急電話システム (Emergency Call System)</li> </ul>

※1: ハイウェイラジオ(HWR)については、別途NHAIの事業が進められており入札の段階で今回の段階で今回のプロジェクトには含めないことになった。

(出典: JICA 調査団)

## (2) TMS

EPE には、対距離システムである料金收受システムが導入される。対距離システムを運用するために、入口料金所ブースにて、車種や入場場所、入場日時等の情報が入った券かトランジットカードを使用する。出口ブースでは、料金收受システムは上記全ての情報を確認し、券・タッチ&ゴー・ETC (Electrical Toll Collection) によって通行料を運転者へ課すことになる。

表 3-3 TMS の主な構成

項目	内容
料金收受センター	料金收受センター: 1、料金所: 10
料金所	<ul style="list-style-type: none"> <li>- スマートカード(タッチ&amp;ゴー専用)の登録と支払</li> <li>- RFID (ETC 専用)の登録と支払</li> <li>- 料金所サーバーシステム</li> <li>- カメラ監視システム</li> </ul>
料金所レーン	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RFID ETC アンテナ</li> <li>- スマートカードタッチ&amp;ゴー読取機</li> <li>- 券とレシートプリンター</li> <li>- ナンバープレート読取用カメラ</li> <li>- 自動車種判別機</li> </ul>

(出典: JICA 調査団)

### (3) O&M

ATMS の O&M のためのトレーニングと技術移転は契約に含まれている。技術移転は試験運用期間と瑕疵担保期間に行われる。

### 3.3 コンサルティングサービス

土木設計の設計審査・ITS コントラクターによる設計の設計審査・施工監理・ATMS の O&M 監理等、その他様々なコンサルティングサービスのためのコンサルチームは、以下の主要人物で構成されている。

プロフェッショナル (A) は 8 人、プロフェッショナル (B) は 11 人で従事しており、コンサルタンツサービス期間は 45 カ月間以上でありプロフェッショナル (A) は 114 人/月、プロフェッショナル (B) は 185 人/月の間業務を行う。すべてのコンサルティングインプットは 299 人/月である。

表 3-4 フェーズ毎の人/月

担当	人	各段階での人/月		合計人/月
		施工期間	瑕疵担保期間 (ATMS の O&M 期間)	
		設計、調達、据付、試験 調整、試験運用		
Team Leader	1	21	4	25
Sr. ITS Engineer (TMS)	1	12	4	16
Sr. ITS Designer (ATMS)	1	16	14	30
Sr. Electrical Engineer	1	7		7
Sr. Cable Specialist	1	7		7
Sr. Communication Specialist	1	8		8
Sr. Contract Specialist	1	8		8
Sr. O/M Specialist	1	5	8	13
ITS Engineer	1	21	24	45
Electrical Engineer	1	13		13
Civil Engineer	1	11		11
Structural Engineer	1	12		12
Material Engineer	1	13		13
Quantity Surveyor	2	22		22
Surveyor (System/Cable)	1	7		7
Surveyor (Civil/Structure)	1	7		7
Quality Control Engineer	1	14		14
Safety Engineer	1	12		12
O/M Engineer	1	5	24	29

(出典：JICA 調査団)

## 4 基本設計

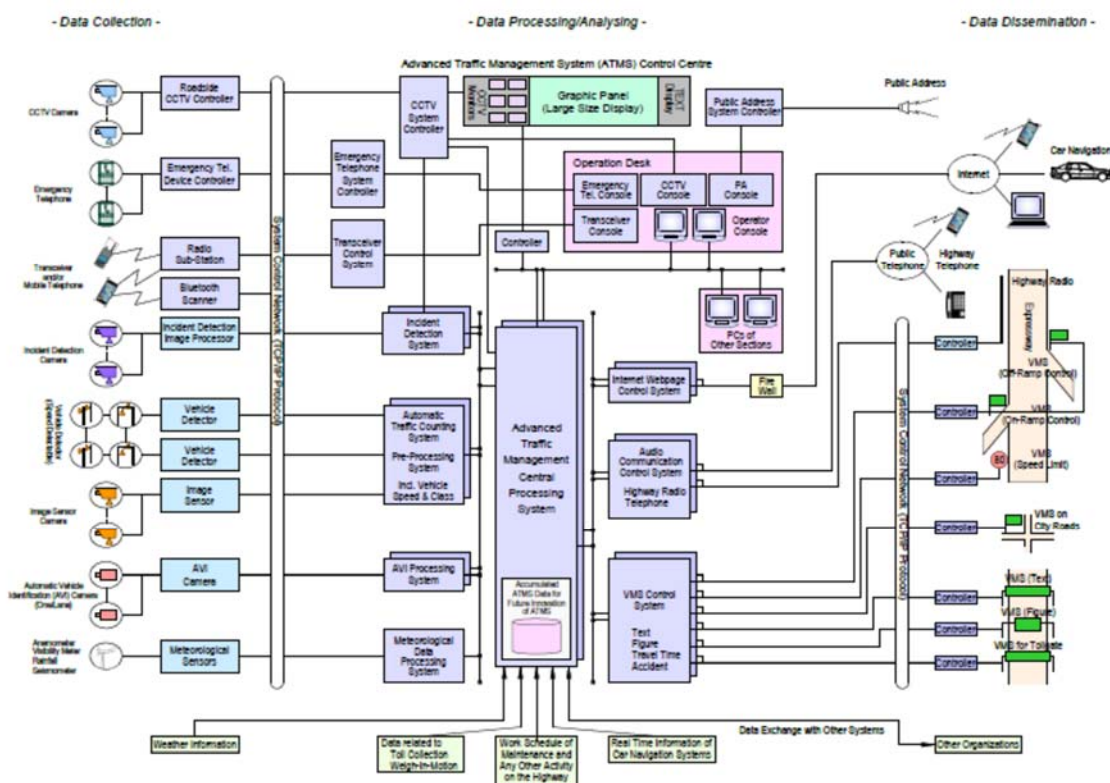
### 4.1 Advanced Traffic Management System (ATMS)

ATMS は、道路・交通管理に必要な情報（道路状況や交通状況や気象情報）を TMC で収集・処理し、関係機関や道路利用者に 24 時間 365 日間提供することにより、安全で円滑な交通を確保することを目的としたシステムである。

この ATMS は ITS の根幹をなすものであり、「安全・円滑・快適な道路交通の提供」と「効率的な道路交通の運用・管理の実施」を目的に、ICT 技術の革新に呼応して世界各国で研究・開発・導入・更新が行われている。

また、ATMS は、大きく「収集」、「処理」、「提供」という三段階で構成されており、「収集」によって得られた「データ」を「情報」として「提供」するために、この両者をつなぐ「処理」が大きな役割を果たす頭脳として機能している。

下図に、理想形（完成形）としての ATMS の全体構成を示す。



(出典：JICA 調査団)

図 4-1 ATMS の全体構成

上記は、現在考え得る ATMS の機能・機器を網羅的に表現したものであり、実際の導入に際しては、導入目的や目標、事業としての予算、各種端末の普及状況等、当該地域の実態に即したシステム構成を考えねばならない。

以下、EPE に相応しいと考えられる ITS 導入方針を整理する。



#### 4.1.1 ATMS の設計方針

ATMS 導入に際しての考え方や留意事項、構成する ITS 機器等は、先行調査である「ITS 導入計画報告書」において、IRC が発行する高速道路マニュアル (SP:99-2013 Manual of Specifications and Standards for Expressway) に基づき、道路交通省 (以下、MoRTH: Ministry of Road Transport and Highways)、NHAI、IHMCL との協議により、以下の様に計画が策定されている。

##### (1) 情報収集・提供に関する基本的な考え方

路側に設置された情報収集機器から本線上の交通状況や気象状況の情報が収集され、本線上の光ケーブルにより TMC に伝送される。TMC では、収集された情報を処理及び解析し、情報の一元管理を行うとともに、文字情報板 (VMS) やインターネット等の情報提供系機器により道路利用者へ情報提供を行う。

##### (2) 外部組織との連携

外部組織については、次の機関等との連携が必要になると想定される。

表 4-1 連携が必要な関連機関

関連機関	沿革	役割
Traffic Police		事故処理、違反車両取締
Delhi Integrated Multimodal Transit System Ltd (DIMTS)	デリー政府とインフラ投資会社との合弁会社	デリー市バス及び高速大量輸送バスの運行管理を実施。バスに設置された GPS の位置情報を収集して運行管理を実施。プローブ情報による渋滞情報の生成の仕組みは未整備。

(出典：JICA 調査団)

連携にあたっては、次の課題が挙げられる。

##### 1) 交通警察との連携

CCTV や異常監視カメラ (VIDS) で交通事故や異常を検知した場合における、交通警察への通知方法・連携方法を調整しておく必要がある。

##### 2) DIMTS との連携

DIMTS は将来的に収集された情報を解析して動的な渋滞情報などの交通情報について情報表示板を通じて提供することを検討している。しかし、関係機関との調整が障害のため、進んでいない現状にある。実情を鑑み今回は導入を断念するが、先行調査である「ITS 導入計画報告書」において、EPE の外側に設置する図形情報板にはデリー市内の交通情報を表示して、EPE の利用適否を運転手に判

断させることが計画されていたことから、将来な連携について協議をしておくことが望ましい。

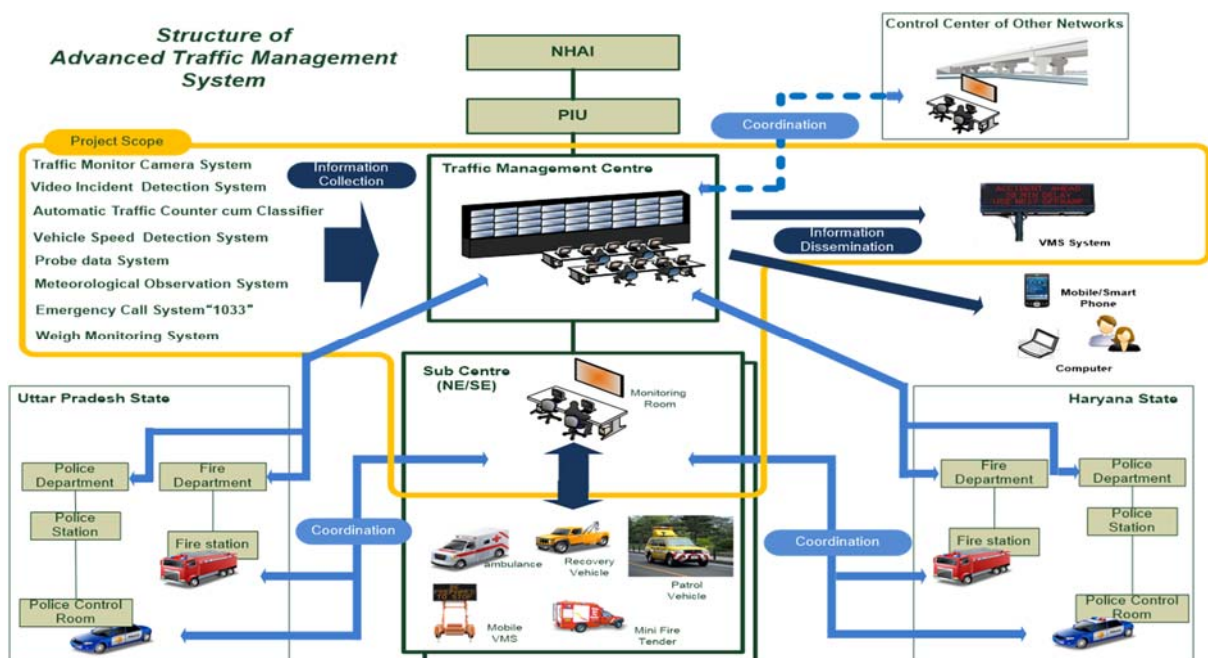
(3) 交通情報生成(交通状況判定、提供の優先度設定等)方法

導入した ITS を活用し、関係機関の情報も含めた異常事象 (事故・落下物・故障車等) への迅速な対応やドライバーへの有益な交通情報の提供等を実施するために、運営主体における十分な訓練と経験に基づく高度化が必要となる。例えば、異常事象の自動検知とその処理方法、提供情報の優先順位の設定等は ITS の運用において決定しておかなければならない。

4.1.2 主なコンポーネント

ATMS の ITS コンポーネントは、先行調査である「ITS 導入計画報告書」を基本に、新たな調査結果、及び MoRTH、NHAI 等の関係機関との調整を踏まえて検討した。

以下に、本業務において提案する ATMS の全体構成について述べる。



(出典：JICA 調査団)

図 4-2 デリー東部外環道路における ATMS の構成

一般に、ATMS は、「収集・処理・提供」の 3 つのステージで構成されるが、今回の提案においてもこれを基本とする。また、道路交通に関連する機関・組織との連携が必須となることを含めて示したのが図 4-2 である。このうち黄色い枠の中が、今回のプロジェクトの対象となる範囲(システム・機器)である。

以下、各ステージの目的と対象システムについて整理する。

## (1) 収集

高速道路上で発生している事象(交通状況、突発事象、気象状況等)の把握を目的に導入するものである。

- 1) 交通監視カメラ(TMCS)
- 2) 異常監視カメラ (VIDS)
- 3) 交通量計測装置 (ATCC)
- 4) 気象観測局 (MOS)
- 5) プローブデータシステム
- 6) 環境観測システム (EOS)
- 7) RFID を用いた旅行時間計測システム (TTMS)
- 8) 緊急電話システム “1033”
- 9) 関連する道路組織

交通データ収集や道路・交通状況の把握に用いないことから、環境観測システムは、情報収集に含めないのが一般的であるが、ここでは便宜的に包括するものとする。

なお、携帯電話の普及状況や CCTV の配置計画を鑑みて、非常電話は設置せず、専用番号の看板設置で対応する。

また、DIMTS や EPE とジャンクションを形成する Yamuna 高速道路等の所有する交通データ・イベントとの情報交換については、実態と必要に応じた対応が必要である。

更に、ここで収集されたデータは、効率的な交通管理に資する分析に活用すべく、蓄積されるようにする。

## (2) 処理

上記のように収集されたデータに加工(結合・演算・可視化等)を施し、次の提供にて利活用可能な交通情報に生成することを目的に導入するものである。

- 1) データ処理システム
- 2) 交通管制センター (TMC)

VMS に対しての情報生成は、イベントの深刻度と位置 (距離) から決定する機能を含むが、これに際しては、交通管制員の判断を機械が支援するような形態を想定している。

また、交通状況の判定や表示情報の優先度等に関し、運用・分析に応じてチューニング可能な機能を有するべきである。

### (3) 提供

高速道路上で発生している事象(交通状況、突発事象、気象状況等)の周知(情報提供)を目的に導入するものである。

- 1) 交通管制センター (TMC)
- 2) 可変式道路情報板 (VMS)
- 3) インターネット
- 4) ハイウェイラジオ (HWR)

先行調査である「ITS 導入計画報告書」において想定していた図形情報板は、元となるプローブデータに関し、本調査において質・量ともに交通情報生成には不十分であることが確認されたことから導入を見送る。

なお、ハイウェイラジオ(HWR)については、別途 NHAI の事業が進められており入札の段階で今回のプロジェクトには含めないことになった。

### (4) 通信

TMC と道路交道路路巡回車との効率的な連携を目的に導入するものである。

- 1) 車載ラジオシステム (MRCS)

### (5) 取締

安全で円滑、快適な道路・交通環境の実現を目的に導入するものである。

- 1) 速度検知システム
- 2) 重量計システム (WMS)

以上、本業務にて提案する ATMS について概説したが、ATMS は目的を達成するための道具に過ぎず、これを使う交通管理・交通技術に関わる担当者が正しく効果的に使いこなすことで、存分にその機能を発揮するものである。同時に、日進月歩で技術革新を遂げる ICT 技術に対応した改良により、実態に即した確かな成長が可能である。これらを踏まえ、ATMS と交通管制員の継続的な成長に資するために、交通データ・イベントの保存・利用機能や柔軟なパラメータの調整機能等を ATMS に搭載しなければならない。

#### 4.1.3 機器の機能と設置場所

今回のプロジェクトにおいて採用する ATMS の主な機器について、下図は機器とその用途のイメージを、下図は目的と配置計画の視点から整理したものである。

Item	System / Equipment	Image	Item	System / Equipment	Image
Collection	Traffic Monitor Camera System (TMCS)		Processing	Traffic Management Center (TMC)	
	Video Incident Detection System (VIDS)			Dissemination	Variable Message Sign (VMS)
	Automatic Traffic Counters and Classifier (ATCC)		Internet		
	Meteorological Observation Station (MOS)		Highway Radio (HWR)		
	Probe Data System		Communication	Mobile Radio Communication System (MRCS)	
	Environmental Observation Station (EOS)			Enforcement	Weigh Monitoring System (WMS)
	Travel Time Measurement System (TTMS)		Vehicle Speed Detection System		

(出典：JICA 調査団)

図 4-3 ATMS で用いる機器概要

Item	System / Equipment	Purpose / Function	Layout
Collection	Traffic Monitor Camera System (TMCS)	Live monitoring of EPE on all locations	Continuous layout along EPE
	Video Incident Detection System (VIDS)	Automatic detection of abnormal condition	Black spots (weaving section)
	Automatic Traffic Counters and Classifier (ATCC)	Traffic (Volume, Speed etc.) monitoring	Between I.C. (each direction)
	Meteorological Observation Station (MOS)	Meteorological data collection *Rainfall, Wind, Fog etc.	3 locations (TMC and bridge at Yamuna river)
	Probe Data System	Patrol vehicle location monitoring	Patrol vehicle
	Environmental Observation Station (EOS)	Environmental data collection *NOx, SOx, PM2.5 etc.	3 locations (same place with MOS)
	Travel Time Measurement System (TTMS)		
Processing	Traffic Management Center (TMC) Devices • Large Display • Monitor/Control Terminal • Advanced Data Processing Server • Integrated ATMS Software	Advanced and integrated data processing • Integration of collected data • Information dissemination	Traffic Management Center Sub Center (limited function)
Dissemination	Variable Message Sign (VMS)	Display real time information to the driver	200m before from I.C. and JCT. Mobile VMS
	Internet	Information supply to users by internet • EPE traffic information • EPE fare search • EPE event information	Web server system in Traffic Management Center
	Highway Radio (HWR)	Supply by 3 languages using FM radio station	Antenna tower at TMC, Sub Center and T.B.
Communication	Mobile Radio Communication System (MRCS)	Among office (TMC) and patrol vehicle Radio transmission station	5 locations (same with HWR)
Enforcement	Weigh Monitoring System (WMS)	Monitoring of heavy vehicle • Capture the image • Number plate recognition	T.B. and Exit (before payment)
	Vehicle Speed Detection System	Detection of over speeding vehicle • Capture the image • Number plate recognition	Between I.C. (each direction)

(出典：JICA 調査団)

図 4-4 ATMS で用いるシステムと機器

以下、主要機器について、その機能と配置の考え方を示す。

(1) 収集

1) 交通監視カメラ(TMCS)

- 画像補足範囲は、高速道路本線全線とする。

- カメラタイプは、PTZ とする。（メーカーへのヒアリングより、500m の視野確保可能であることを確認）
- 設置間隔は、向きを調整すれば全てを視野に捉えられるようにすべく 1km とする。
- 設置場所は、画像補足範囲のバランスと路肩を利用した直下の死角発生回避より両サイド交互（千鳥）に設置する。
- IC 周りは、分合流による危険箇所を補足できるよう一般部に比べて手厚く設置する。

## 2) 異常監視カメラ (VIDS)

- カメラタイプは、固定とする。（メーカーへのヒアリングより、PTZ タイプでの実施は困難であることを確認）
- 設置は、短距離での分合流が発生し事故が起きやすい IC 内のウィービング区間とする。

## 3) 交通量計測装置 (ATCC)

- カメラタイプは、固定とする。（メーカーへのヒアリングより、PTZ タイプでの実施は困難であることを確認）
- 場所は、交通流の安定する全 IC 間の中央に一箇所（方向別）に設置する。
- 取得データは、IC 間の台数補足のために交通量を計測する。
- 車種区分は、用途を視野に、検討・判断する。
- 電源は、ソーラーパネルを用いる。

## 4) 気象観測局 (MOS)

- 場所は、対象範囲内でのバランスを考慮し、風通しが良い Yamuna River の近辺に一箇所ずつ、管制センターに一箇所の合計三か所とする。

## 5) プローブデータシステム

- システムは、既存のアプリ（例：Gurgaon Expressway）の使用を念頭におく。
- 範囲は、高速道路以外も把握可能にする。
- 位置は、TMC のディスプレイで把握可能なようにする。（高速道路外での位置表現には工夫が必要。）

## 6) 環境観測システム (EOS)

➤ 場所は、対象範囲内でのバランスを考慮し、MOS と近接した場所とする。

7) RFID を用いた旅行時間計測システム (TTMS)

➤ 4.1.5 にて詳述する。

8) 緊急電話システム “1033”

9) 関連する道路組織

## (2) 処理

1) データ処理システム

2) 交通管制センター (TMC)

➤ 4.1.4 にて詳述する。

## (3) 提供

1) 交通管制センター (TMC)

➤ 4.1.4 にて詳述する。

2) 可変式道路情報板 (VMS)

➤ 形式は、街路設置は片持ちの小型、本線(出口)は門型で、いずれもテキスト表示とする。

➤ 表示内容は、旅行時間や渋滞、注意情報やスローガン等のテキストとする。

➤ 表示情報は、管制員の入力・確認を原則とする。

3) インターネット

4) ハイウェイラジオ (HWR)

➤ 周波数は、NHAI が取得している周波数を用いて、EPE 用のラジオ放送の受信範囲を考慮した出力にて行うことを想定している。

➤ メッセージは、EPE 放送用のナレータを雇用し発信することを想定している。

➤ アンテナは、電波の送受信距離と電源確保を考慮し、Toll Barrier (2), PA (2), TMC (1) の 5 箇所とする。(MRCS と兼用)

## (4) 通信

1) 車載ラジオシステム (MRCS)

➤ アンテナは、電波の送受信距離と電源確保を考慮し、Toll Barrier (2), PA (2), TMC (1) の 5 箇所とする。(HWR と兼用)

## (5) 取締

### 1) 速度検知システム

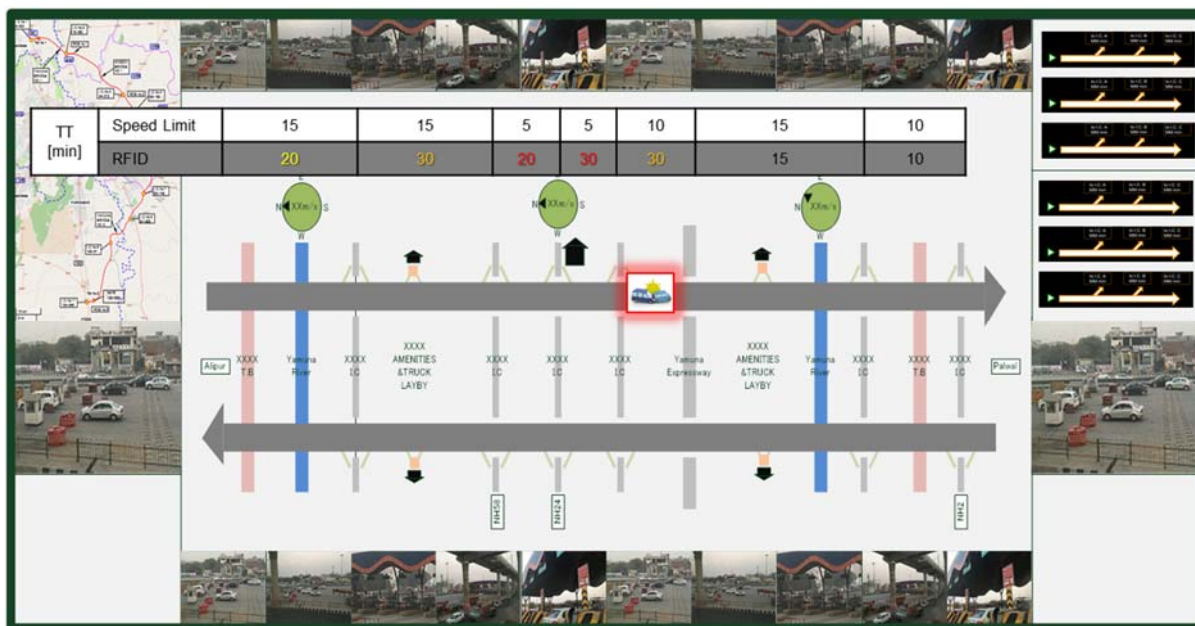
- 場所は、交通流の安定する全 IC 間の中央に一箇所（方向別）に設置する。
- 運用は、ランダムに実施することを想定する。
- 電源は、ソーラーパネルを用いる。

### 2) 重量計システム (WMS)

- 場所は、料金所で罰金をとることを踏まえ、出口手前のランプウェイ(IC は二車線、両端は三車線)で計測する。

## 4.1.4 表示イメージ

TMC の交通管制モニターは、他の高速道路での導入状況を参考にしつつ、ATMS に相応しい先進的な機能を取り込み、中心に道路交通状況、上下に CCTV 画像、左右に VMS の表示状況や突発事象の拡大画像表示等、直感的に理解可能な使い勝手の良いマルチスクリーンを用いた画面構成を基本とする。



(出典：JICA 調査団)

図 4-5 TMC のディスプレイ (概念図)

なお、サブセンター (分室) は、類似した画面を有する小さな画面があるものの入力装置はなく、パトロール隊の基地と兼用することを想定している。

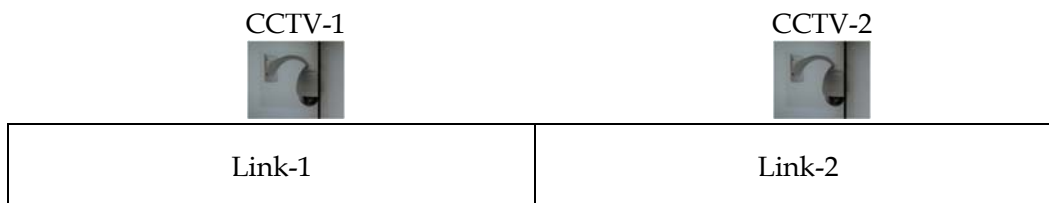
以下、TMC におけるイベント管理の考え方を解説する。



## (1) イベントの単位 (link)

本線における CCTV の配置とリンクは以下の様な関係とする。(図 4-6 参照)

- CCTV の守備範囲 (設置間隔である約 1km) で方向別にリンク設定。
- 隣接するカメラとの中間点をリンク区分の境界として、カメラ毎にリンク設定。



(出典：JICA 調査団)

図 4-6 CCTV カメラとリンクの構成概念

不可視範囲がないように CCTV は設置されるため、事象を発見・判定したカメラと該当 link の関係は 1:1 で対応することとなり、発生位置の確定・登録が容易となる。また、渋滞長を提供する場合、CCTV の設置間隔である 1km での空間分解能による表示が可能になるという特長も併せ持っている。

なお、IC は分合流間での通行止めに対応可能なリンク設定で管理する必要がある。

## (2) イベントの登録・解除

事象把握手法(CCTV、VIDS、MOS、通報 etc.)に拠らず、TMC の交通管制員による確認 (画像やデータ) により、イベントの発生を確認して登録することを原則とする。

なお、ATMS の CCTV は、全区間可視範囲に含んでいるため、画像からインシデントの種別を判定することを基本とする。判定が困難な場合は、少なくともインシデントが起きていることは分かるので、「停止車両有り」のように入力し、詳細が判明した時点で種別を登録する手法を採用する。

また、対象イベントの種類は、事故、落下物、渋滞、霧 etc.を想定しており、プルダウン等による入力支援を採用し、確認機器との紐づけにより、位置登録を省略可能と考えている。

なお、解除忘れを防ぐため、一定時刻(例：30 分)経過して変更のないイベントにはアラームによる確認等の機能の導入を考えている。

### 4.1.5 交通情報システム活用のための RFID

インド国における RFID による料金徴収の標準化、新規登録車両への導入を考慮し、以下の様な RFID を用いた交通データ収集 (図 4-7 ) と交通情報提供 (図 4-8) が、効率的・効果的な手法であると考えている。

なお、本調査における提案は、IC 間での計測に留めているが、用途・目的に応じて、RFID reader を密接に設置することで、空間分解能の細密化による精緻な交通状況把握 (CCTV による交通状況把握・登録との置換) への拡張が可能である。

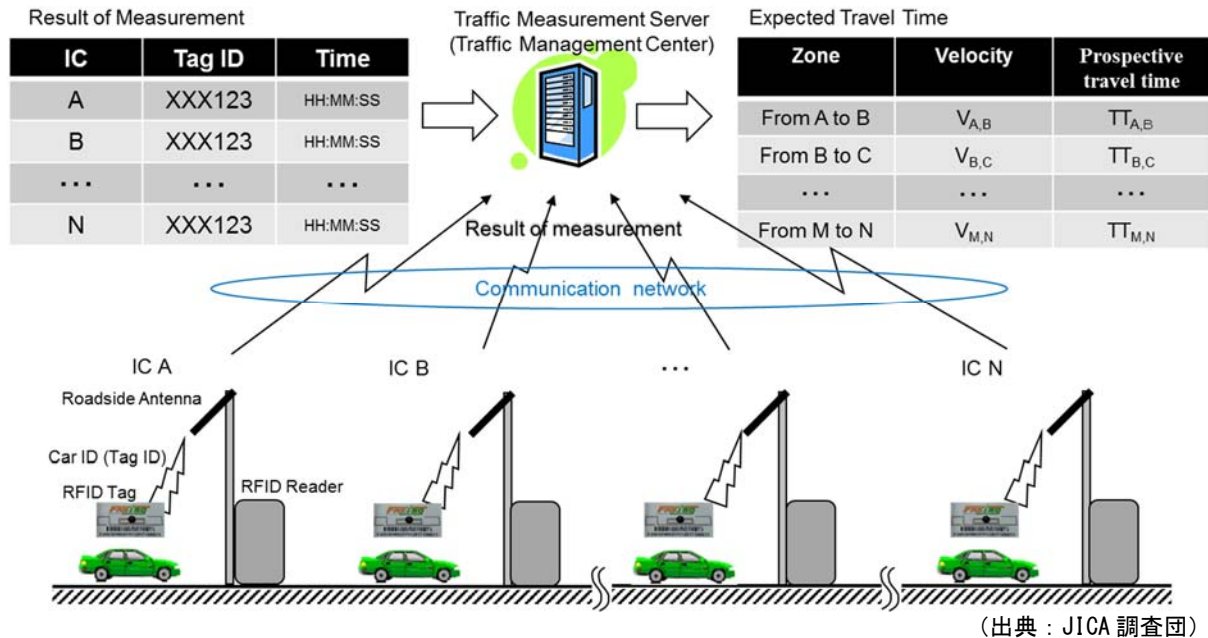


図 4-7 RFID による交通情報システム (情報生成概念図)

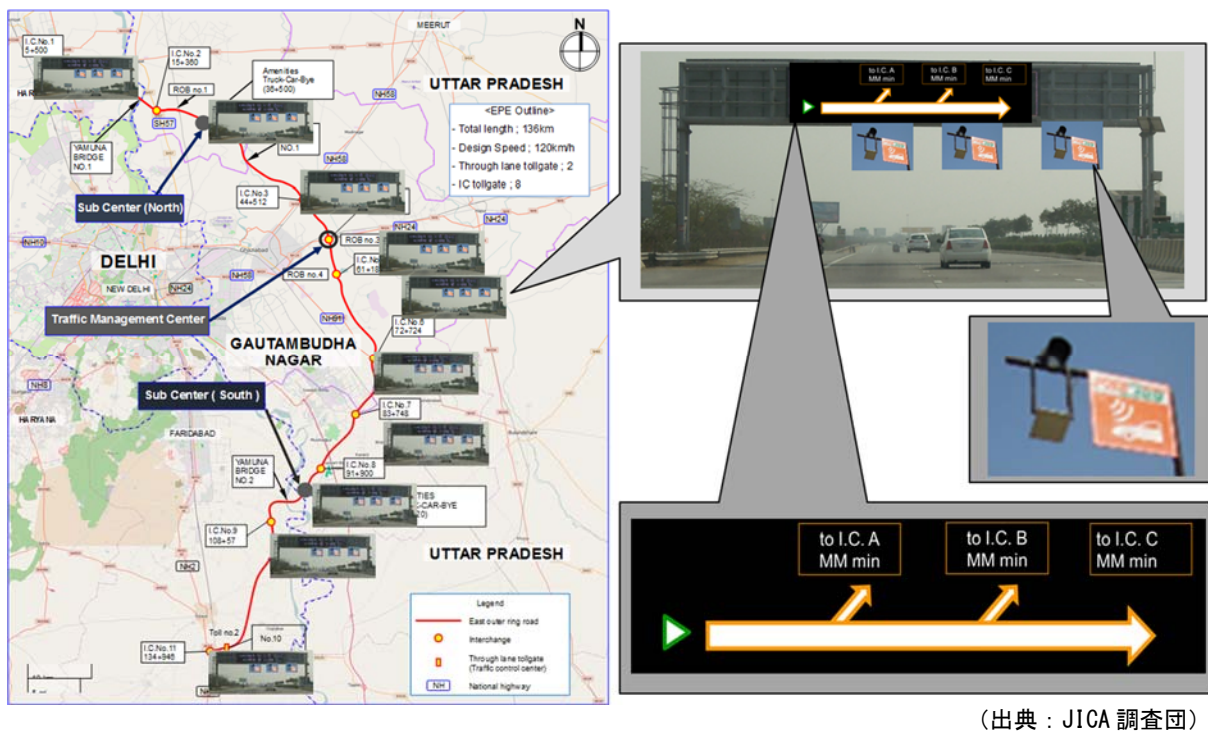


図 4-8 RFID による交通情報システム (導入概念図)

## 4.2 Toll Management System (TMS)

### 4.2.1 TMS の設計方針

#### (1) Outline

料金收受システムは、マニュアル料金收受と ETC システムを併用し、対距離料金制により課金する。

そのうち、ETC の構築にあたっては路側設備と車載設備が必要となる。インドで導入されている ETC の車載設備は RFID タグでありステッカー式で車両のフロントガラスに容易に貼付することができるものである。

路側設備としては RFID リーダーが料金所に設置され、料金所を通過した RFID 付きの車両の ID を読み取り、車両を特定して料金を決済する。インドにおいてはデリーとムンバイを結ぶ国道 8 号線の 24 個所の料金所で NHAI が標準化した RFID リーダーが導入されている。

#### (2) India Highway Management Co., Ltd. (IHMCL) との協調

IHMCL は ETC システム設備の導入及び維持管理を実施する機関である。料金收受システムのうち ETC システムに係る設備の維持管理については、工事コントラクター及び IHMCL の業務範囲となっており、入札図書作成にあたっては IHMCL との協調を十分に図り、その連携方法を明記する必要がある。

### 4.2.2 主なコンポーネント

#### (1) 料金收受システムにおける追加提案機器

##### 1) Felica によるタッチアンドゴー方式の導入

先行調査である「ITS 導入計画書」によると、料金收受システムの標準方式として、MoRTH により RFID 方式が推奨されている。

その一方、マニュアル料金收受の方式として、Delhi Noida Direct (DND) Flyway and National Highway No. 2 (国道 2 号線)においてタッチ&ゴー形式のマニュアル料金收受が行われている。EPE においてはタッチアンドゴーの導入は計画されていないが、マニュアル料金ゲートでの停止時間の縮減とこれに伴う旅行時間の短縮や渋滞緩和といった導入効果も見込めることから、Felica を使用したタッチアンドゴー方式を併用することが有効であることの結論に達した。

##### 2) 通行券券売機の導入

EPE は対距離料金制であるため、出口ランプにおいて入口ランプを特定して料金をドライバーに請求しなければならない。ETC であれば入口ランプの特定は容易であるが、現金で支払うドライバーに対しては、入口ランプで通行券の発行が必要となる。「ITS 導入計画報告書」の機器リストにおいてはこのような通行券発券機器が計画されていないことから、料金收受業務の作業効率の向上に向けて導入することを検討した。

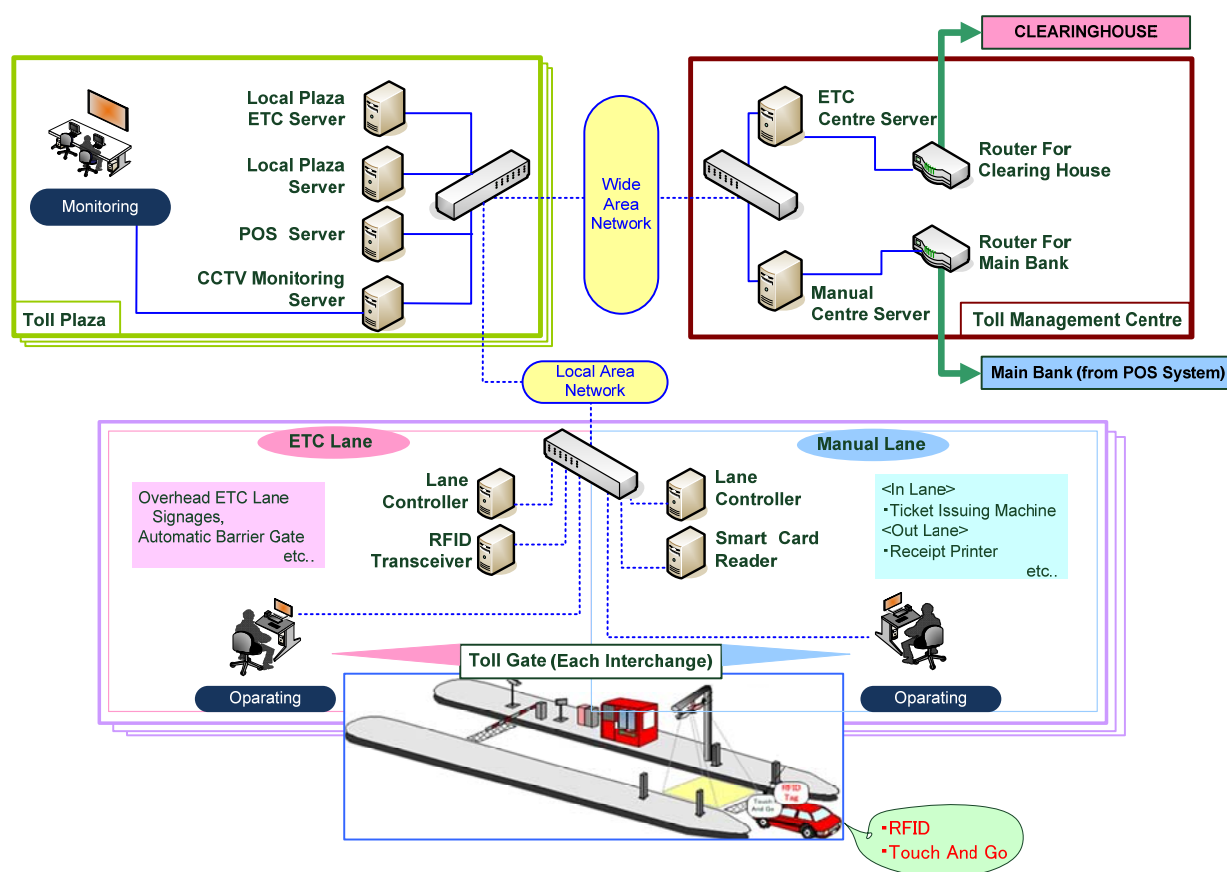
## (2) システム構成概要

料金収受システムにおける ITS 設備構成については主に先行調査である「ITS 導入計画報告書」をベースに検討しているが、今般の調査において、MoRTH、NHAI 等の関連機関との調整によって再構築した結果を示す。

料金収受システムを構成する設備は、料金所レーン、料金所、料金収受センターの 3 つの設備区分に整理される。下図に示すように料金所レーン設備は料金所設備であるコンピュータシステム、及び料金収受センターシステムによって制御される。

料金所レーン設備は、料金ブースエリア内に設置される。全ての料金所レーン設備の操作は全て料金所のコンピュータシステムにて集中的に監視され、かつカメラによってモニターされる。料金収受センターシステムは交通管理センターと同建物に導入される。

下図に本業務での検討を踏まえて提案する料金収受システムの全体構成イメージを示す。



(出典：JICA 調査団)

図 4-9 デリー東部外観道路における TMS の構成

### 4.2.3 機器の機能と設置場所

#### (1) TMS 設備イメージ

今回のプロジェクトにおいて採用する ATMS の主な機器について、図 5-2 は機器とその用途のイメージを示したものである。

Item	System/ Equipment	Image	Item	System/ Equipment	Image
Manual Toll Collection	-Automatic Ticket Issuing Machine -Automatic Boom Barrier -Violation Alarm -LPIC Camera -Integrated UFD & Traffic light		ETC	-RFID ETC transceiver -Hand-held RFID Reader -RFID Tag	
	Receipt printer, Industrial Keyboard, Touch Panel, booth Camera, Touch & Go Smart Card Reader			Vehicle Guidance Signal – Traffic light	
	Toll Communication		Plaza	Monitoring camera (PTZ) for Traffic monitoring both direction	
	Lane AVC Incident Camera			Servers & Plaza Network	

図 4-10 TMS 設備イメージ

#### (2) TMS 設備リスト

下表は、目的と配置計画の視点から機器リストを詳細に検討し、示したものである。

表 4-2 主システムリスト-1 / 料金レーンの設備 (マニュアル)

Items	Equipment	Purpose / Function	Unit	In Lane	Out Lane
Manual Toll Collection	Lane Controller with Industrial PC	Control and Monitor all the sub systems	1/Lane	○	○
	Automatic Ticket Issuing Machine	Automatic ticket issuing station at the entry lane to issue tickets. The ticket will be presented at the out/exit lane and distance based toll fare will be charged at the out lane	1/Lane	○	X
	Receipt Printer, Industrial Keyboard, Touch Panel TFT	Toll Collector Terminal for processing transaction and printing receipt	1/Lane	X	○
	Toll communication	Communication network	1/Lane	○	○
	Independent AVC Controller and Lane AVC system including sensors and loop	Sensors, controller and other peripherals for Automatic Vehicle classification	1/Lane	○	○
	Booth monitoring camera, Intercom slave unit	Camera for monitoring TC activities inside the booth, intercom unit for 2-way communication with control room	1/Lane	X	○
	Manual booth controller	To manually control (open/close) boom barrier, traffic light & OHLS	1/Lane	○	○
	Siren and Blinking light and panic alarm switch	Panic alarm switch to secretly inform control room about any danger from the booth. Siren & blinker is to alert the security staff about any violation in the lane	1/Lane	Only Siren	○
	Smart Card Reader	Touch-and-go card reader	1/Lane	○	○
	Automatic Barrier Gate, loop and vehicle separator	Barrier gate to stop vehicle to pay. Loop & separator to detect vehicle presence and separate 2 vehicles.	1/Lane	○	○
	Overhead Lane Status light (OHLS)	Lane open/close LED sign mounted on the canopy to inform commuter about lane open/close status	1/Lane	○	○
	Integrated User Fare Display With Traffic Light System & Siren	46" LED backlid Panel to display user information/fare details and traffic light	1/Lane	○	○
	Incident Capture Camera with mounting pole	Capture vehicle image with every transaction	1/Lane	○	○
	License Plate Image Capture Camera with mounting poles	capture vehicle registration number plate	1/Lane	○	○
Manual entry barrier integrated to OHLS, Load gauge detector for booth & equipment protection from over size vehicle entering normal lane	Barrier gate to close lane at entry, OHLS turns red when it is closed. Load gauge detector for booth & equipment protection from over size vehicle entering normal lane. Detects and Raises alarm when any oversized vehicle enters normal lane	1/Lane	○	○	

(出典：JICA 調査団)

表 4-3 主システムリスト-2 / 料金所レーンの設備 (ETC)

Items	Equipment	Purpose / Function	Unit	In Lane	Out Lane
ETC	RFID ETC transceiver (entry) – over lane entrance (AVI)	ETC tag reader at the entry zone to validate the ETC tag	1/Lane	O	O
	RFID ETC transceiver (exit) – for transaction – over lane Canopy near AVC	ETC tag reader at the exit zone to process ETC transaction	1/Lane	X	O
	Lane Controller with Industrial PC	Control and Monitor all the sub systems	1/Lane	O	O
	AVC including sensors, loop and detector	Sensors, controller and other peripherals for Automatic Vehicle classification	1/Lane	O	O
	Integrated User Fare Display With Traffic Light System & Siren	46" LED backlid Panel to display user information/fare details and traffic light	1/Lane	O	O
	Automatic Barrier Gate	Barrier gate to stop vehicle from entering exit zone in case of invalid ETC tag or vehicle without Tag	1/Lane	O	O
	Overhead Lane Status light (OHLS)	Lane open/close LED sign mounted on the canopy to inform commuter about lane open/close status	1/Lane	O	O
	Vehicle Guidance Signal – Traffic light with mounting pole	Green and Amber arrow to guide vehicles with valid tags to exit zone and invalid/without tag vehicles to ejection zone	3/Lane	O	O
	Light Curtain	for vehicle separation	3/Lane	O	O
	Incident Capture Camera with mounting pole	Capture vehicle image with every transaction	1/Lane	O	O
	License Plate Image Capture Camera with mounting poles	capture vehicle registration number plate	1/Lane	O	O
	Overhead ETC Lane Signages ( 4 boards of 1.2 m X 1.2 m dimensions)	Lane signages to guide ETC tag users	1/Lane	O	O
	Loop Detector	To detect presence of vehicles	6/Lane	O	O

(出典 : JICA 調査団)

表 4-4 主システムリスト-3 / 料金所の設備

Items	Equipment	Purpose / Function	Unit
For Manual Toll Collection	Local Plaza Server	TMS server with TMS application and database at every toll plaza control room	1/Plaza
	Incident Management Workstation	To control and monitor the incidents and audit transactions	1/Plaza
	Network Printer	For printing reports	3or4/Plaza
	POS Server		
	Monitoring PC	PCs in control room for management, MIS and audit purpose	6/Plaza
	Intercom Master station	Master intercom unit in control room to communicate with TC in lanes	1/Plaza
	Camera monitoring display for Control room(50inch)	for monitoring camera footage	3/Plaza
	Monitoring camera (PTZ) for Traffic monitoring both direction, Toll gate	CCTV surveillance of Toll lane area	4or 5/Plaza
For ETC	Monitoring cameras (bullet/dome) for important rooms in plaza building and tunnel	CCTV surveillance of activities in plaza building & tunnel	10-12/Plaza
	Local ETC Plaza Server	dedicated server for ETC lanes at each toll plaza	1/Plaza
	Incident Management Workstation	To control and monitor the incidents and audit ETC transactions	1/Plaza
	Network Printer	For printing reports	1/Plaza
	Hand-held RFID Reader	for processing ETC transactions manually in case lane reader not working or ETC lane offline	4/Plaza
Network System	RFID Registration PC and Receipt printer	For issuing ETC tags at POS	1/Plaza
	Network system	Network switches for Toll Plaza connectivity	1/Plaza
Power system	Uninterruptable power supply (UPS)	to supply uninterrupted clean power supply to all TMS equipment	1/Plaza

(出典 : JICA 調査団)

表 4-5 主システムリスト-4 / 料金收受センターの設備

Items	Equipment	Purpose / Function	Unit
For Manual Toll Collection	Manual Centre Server	TMS central server with central TMS application and database at central control room to connect every toll plaza local server	1set/Centre
For ETC	ETC Centre Server	ETC central server with central ETC application and database at central control room to connect every toll plaza local ETC server	1set/Centre
	Internet router for connection to the CCH	Dedicated internet router to connect plaza ETC server with the CCH	1set/Centre
Network System	Network system	Network switches for Toll Management Centre connectivity, Modem for clearing house, bank.	1set/Centre
Power system	Uninterruptable power supply (UPS)	to supply uninterrupted clean power supply to all TMS equipment	1set/Centre

(出典：JICA 調査団)

### (3) 料金所設置計画

以上、TMS の設備構成と導入機器について整理してきたが、全体の料金ブースの設置計画については、2 項「需要予測／ブース数見積」にて検討を行った。ここでは、算定された各年の IC 利用交通量を元に、ピーク率と将来に想定される各年の ETC 利用率から必要となる ETC ブース数が検討されている。

## 5 プロジェクト実行計画

### 5.1 土木工事の状況 (2016年4月時点)

土木工事は下表に 6 工区に分けられており、そのうち PK2~5 は既に着工しており、PK1 と PK4 は 2016 年 4 月に着工予定である。

表 5-1 土木工事の状況 (2016年4月時点)

工区	距離票	施工業者	状況
PK1	0km - 22 km	Sadbhav Engineering Ltd	未 (2016年4月21日開始予定)
PK2	22km - 46.5 km	Sadbhav Engineering Ltd	進行中
PK3	45.5km - 71 km	Jaiprakash Associates Ltd	進行中
PK4	71 km - 93 km	Ashoka Buildcon	未 (2016年4月31日開始予定)
PK5	93 km - 114 km	Oriental Structural Engineers	進行中(Yamuna 橋を含む)
PK6	114 km - 136 km	Gayatri Projects Ltd	進行中

(出典：JICA 調査団)

PK1～PK3 間の土木工事のコンサルタントは既に M/s Egis India Consulting Engineers Pvt.Ltd.が契約を結んでいるが、PK4～PK6 間の土木工事のコンサルタントは未だ決定していない。

土木工事は 2018 年 3 月までに完了する予定である。



## 5.2 プロジェクト実施計画

### (1) 据付

TMS、ATMS いずれも 2018 年 7 月着工予定である。そのうち TMS の据付完了予定が 2019 年 9 月（据付期間 15 カ月）、運用開始が 2019 年 10 月であり、ATMS の据付完了予定が 2019 年 12 月（据付期間 18 カ月）である。下表に据付計画を示す。

表 5-2 実施計画（2018 年 5 月時点）

Item	Timing	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Technical Spec/Drawing	2016 April-May	■					
Bid Doc Preparation	2016 Jun	■					
Tender	2017 Jun-Sep		■				
Evaluation	2017 Sep-2018 May		■				
Installation & Test (TMS)	2018 Jul-2019 Sep			■	■		
Design/Approval	2018 Jul-2018 Oct			■			
Procurement	2018 Nov-2019 Apr				■		
Installation/Testing	2019 May-2019 Sep				■		
Trial Operation	2019 Oct-2019 Dec				■		
Installation & Test (ATMS)	2018 Jul-2019 Dec			■	■		
Design/Approval	2018 Jul-2018 Nov			■			
Procurement	2018 Dec-2019 Jun				■		
Installation	2019 Jul-2019 Nov				■		
Integration/Testing	2019 Oct-2019 Dec				■		
Trial Operation	2020 Jan-2020 Mar				■		
Operation of TMS	2019 Oct					■	■
Operation of ATMS (By Yen Loan Contract)	2020 Jan-2021 Dec					■	■

（出典：JICA 調査団）

### (2) 試験運用期間及び瑕疵担保期間

機器の調達及び据付完了後に試験運用を行うが、正常に完了した時点で、設備の一切は実施機関に引き渡され、その時点より瑕疵担保期間が開始される。

試験運用期間においては、TMS については NHAI 指定のオペレーターへの技術移転を行いながらの運用開始となり、ATMS についてはコントラクターにより運用開始となる。

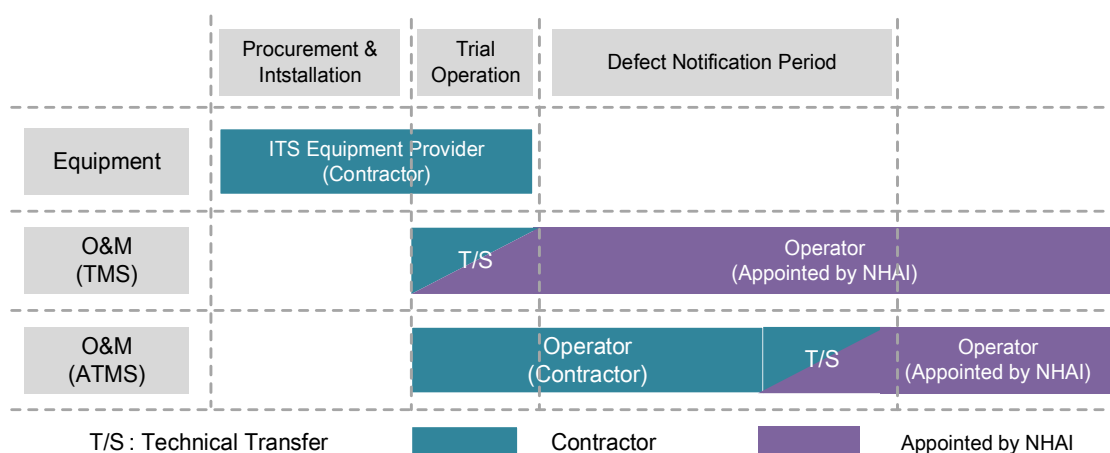


図 5-1 据付後の計画

## 6 実施体制

### 6.1 他国における契約及び事業実施の事例概要

#### (1) ベトナム

表 6-1 事例概要（ベトナム）

項目	内容
プロジェクト名	The HCM City–Long Thanh–Dau Giay expressway
実施機関	VEC (Vietnam Expressway Company)
資金	JICA 円借款
システム	- 料金收受システム、主要なゲート:2、IC:1 - 料金收受システム - 料金收受センター
契約	設計、据付、トレーニング、試験調整、試験運用（2カ月） 瑕疵担保期間(2年)

(出典：JICA 調査団)

#### (2) インド

表 6-2 事例概要（インド）

項目	内容		
プロジェクト名	HYDERABAD OUTER RING ROAD PROJECT: Toll Management System	HYDERABAD OUTER RING ROAD PROJECT: Highway Toll Management System	HYDERABAD OUTER RING ROAD PROJECT: City Intelligent Transport System
実施機関	Hyderabad Growth Corridor Limited (HGCL)		
資金	JICA 円借款		
システム	- 料金收受システム	- 交通管制システム - 交通管制センター	- 都市内 ITS システム - プローブシステム - ITS センター
契約	設計、据付、トレーニング、試験調整、試験運用（2カ月） 瑕疵担保期間(2年)	設計、据付、トレーニング、試験調整、試験運用（2カ月） 瑕疵担保期間(2年)	O&M (5年)

(出典：JICA 調査団)

## 6.2 実施体制

### (1) 実施機関

MoRTH、NHAI

### (2) 組織の役割

NHAI は、本プロジェクトの実施機関であり、必要なすべてのタイムリーで効果的な手段をとり、プロジェクト実施における全ての責任を担保する。また、プロジェクト実施に関わる部分のみならず、コンサルタントの雇用を含むすべての入札業務において責任を担保する。

MoRTH は NHAI の上位機関であり承認行為を行う。

### (3) Project Implementation Unit (PIU)

Project Implementation Unit (以下、PIU) は、プロジェクトを推進するために組織され、部次長以上クラスのシニア職員を長とし、それをサポートする 3 名のマネージャー (ATMS のテクニカルマネージャー、TMS のテクニカルマネージャー、財務マネージャー)、コンサルタント、サポートスタッフによって構成される。

## 7 維持管理 (O&M)

### 7.1 NHAI による O&M

NHAI は、公的資金による EPC モデルに従って実施されているプロジェクトについてはその O&M を遂行しなければならない。

BOT プロジェクトにおける O&M については全てにおいて請負者の業務範囲内で行われる。

NHAI は公的資金によるプロジェクトにおける O&M のためにサブコントラクターを確保する。その O&M は大きく以下のカテゴリーに分けられる。

- 道路及び付帯設備 (土木工事)
- 料金收受設備 (仮運用状態にある料金收受システムは料金收受機関の業務範囲に含まれる)
- パトロール及び緊急サービス (道路巡回車と緊急車両はコントラクターの責任範囲に含まれる。)

### 7.2 O&M 契約モデル

#### (1) 契約モデル

各プロジェクトにおいて入札者は O&M の実施が要求される。NHAI は標準的な実施手順に従って契約権利を得た請負業者との契約を締結しなければならない。

#### (2) 公共交通機関利用者のリスク

EPE プロジェクトは公的資金プロジェクトであり、料金收受は料金收受機関と呼ばれる O&M 機関を指名することで NHAI によって運営されている。通行料金は O&M の出費を含むプロジェクト費用が回収されるまで徴収される。また、通行料金は O&M の費用に応じて改訂される。

#### (3) 契約期限

公的資金プロジェクトにおいては O&M の標準契約期間は 1 年間であるが、プロジェクト毎の要件によって様々である。

#### (4) NHAI と O&M コントラクターの担当区分

NHAI はプロジェクト実施者であり、PIU を考慮しプロジェクトと O&M コントラクターを監理する責任がある。

### 7.3 O&M にて留意すべき項目

#### 7.3.1 O&M の役割

##### (1) TMC の役割

効果的な TMC は、交通管理改善・旅行者情報・保守業務を改善する役割を持つ。また、O&M にかかる人員及び材料等資源を効果的に利用した事業推進を行う役割を持つ。

- 効果的な CCTV の監視を可能とする高度な大画面表示装置
- 接続路線（Yamuna 高速道路, KMP, 国道 2 号線, 国道 1 号線等）における警察・役員・オペレーター等関係機関との協調、資源の共有、他機関との業務重複を生じさせない無駄の無い業務手順

## (2) サブセンターの役割

- TMC の補助として 2 箇所のサブセンターを運用することにより、交通事故対応と緊急時運用を効果的に行うことが可能となる。
- 現地の管理監視を目的とした道路巡回車。
- 高速道路上をパトロール中または、サブセンターに待機している道路巡回車を活用することにより、緊急時対応及び救助時間を改善することが可能となる。
- TMC と DSC によって配置、管理される緊急車両(道路巡回車・レッカー車・救急車・消防車)。

### 7.3.2 包括的 O&M 組織構造

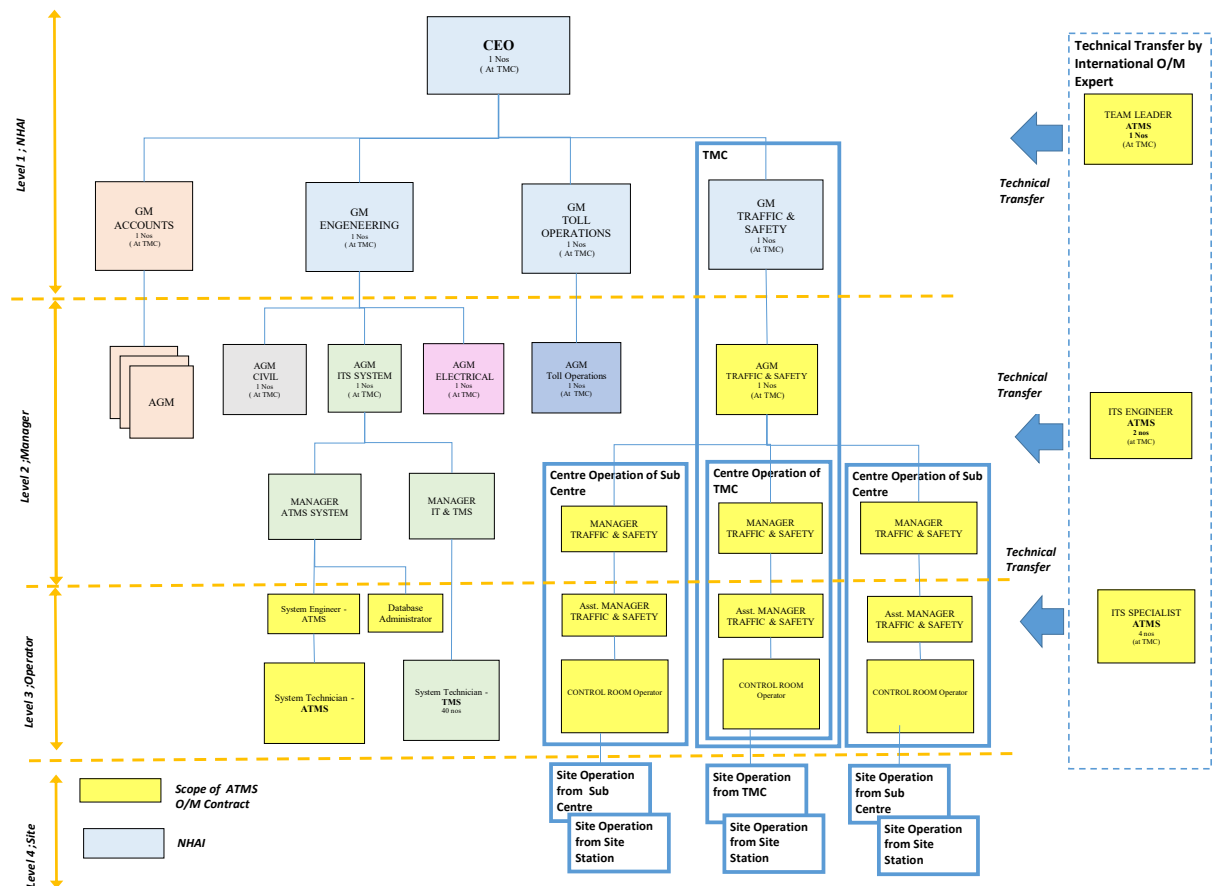
O&M 組織は下記の方針によって構成されている。

- 適切に構成・最適化された O&M の人材計画
- 包括的 O&M の方針には、管理構造、管理計画、O&M 計画・実施方法、システムデータ保存、効果測定・評価等を含む。
- 事業の定期的な評価と O&M 実施方法のアップグレード。
- 全てのステークホルダー間におけるコミュニケーション・協調の強化。
- 日々の記録作成、管理、監視、評価業務の強化。
- ITS サブシステムと O&M のそれぞれの保守手順書類と運用マニュアル。
- 人員配置とトレーニング

技術移転の考えは以下の方針によって形成されている。

- CEO と主なジェネラルマネージャー（エンジニア、機器運用、交通管理と安全担当）を NHAI 職員とすること。
- 国際エキスパートは O&M 技術の技術移転を行うものとする。

以上を踏まえた実際の O&M 組織構造について図 7-1 に示す。



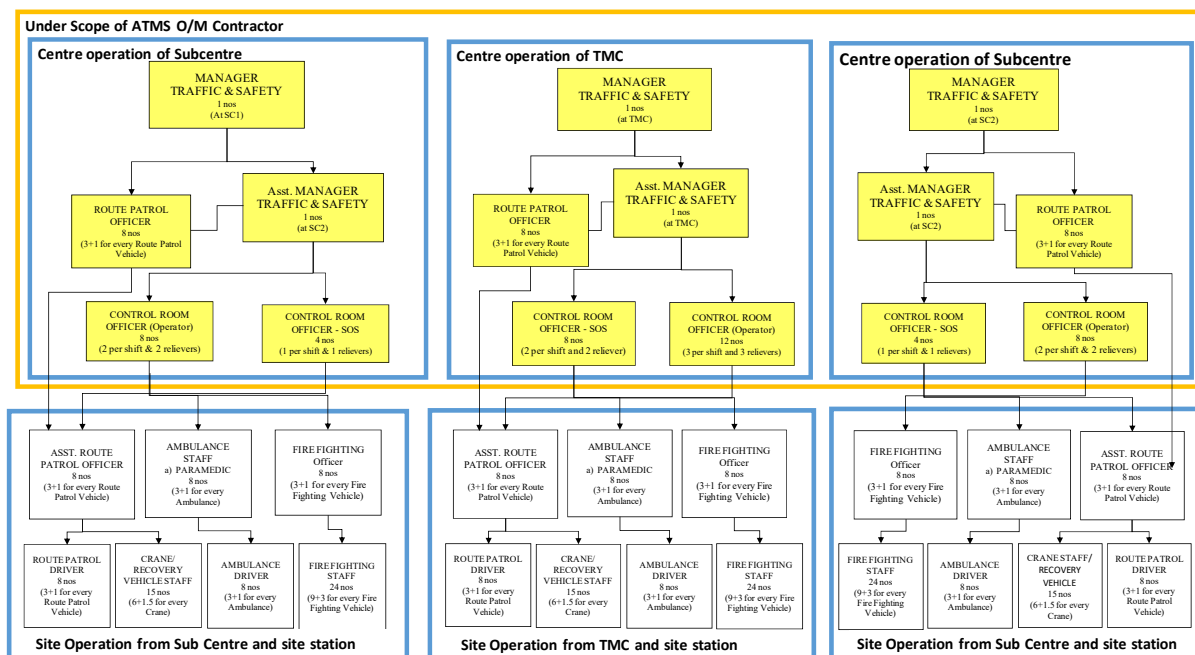
(出典：JICA 調査団)

図 7-1 包括的 O&M 組織構造

### 7.3.3 運用業務における人員構成

運用における人員配置及び組織は下記の方針によって構成されている。下記方針を受けた組織図を次頁図 7-2 に示す。

- ▶ 交通管理・安全担当マネージャー1 人がそれぞれのサブセンターに配置され、アシスタントマネージャーはマネージャーの下で業務を行う。
- ▶ マネージャーのもと、アシスタントマネージャーとパトロール職員が業務を行う。
- ▶ パトロール職員と管制員は3交代制+1バックアップ制にて勤務を行う。
- ▶ パトロール車、救急車、消防車、クレーン、回収車を含む現場車両は ATMS とは別に契約を行うものとする。
- ▶ 現場管理チーム現場運用のチームは、それぞれの事務所（2 箇所のサブセンター及び TMC）と同路線上に設けられた 3 箇所の現場事務所にて待機する。



(出典：JICA 調査団)

図 7-2 運用業務における人員構成

### 7.3.4 ITS 設備における保守の留意点

#### (1) ソフトウェア及びハードウェア

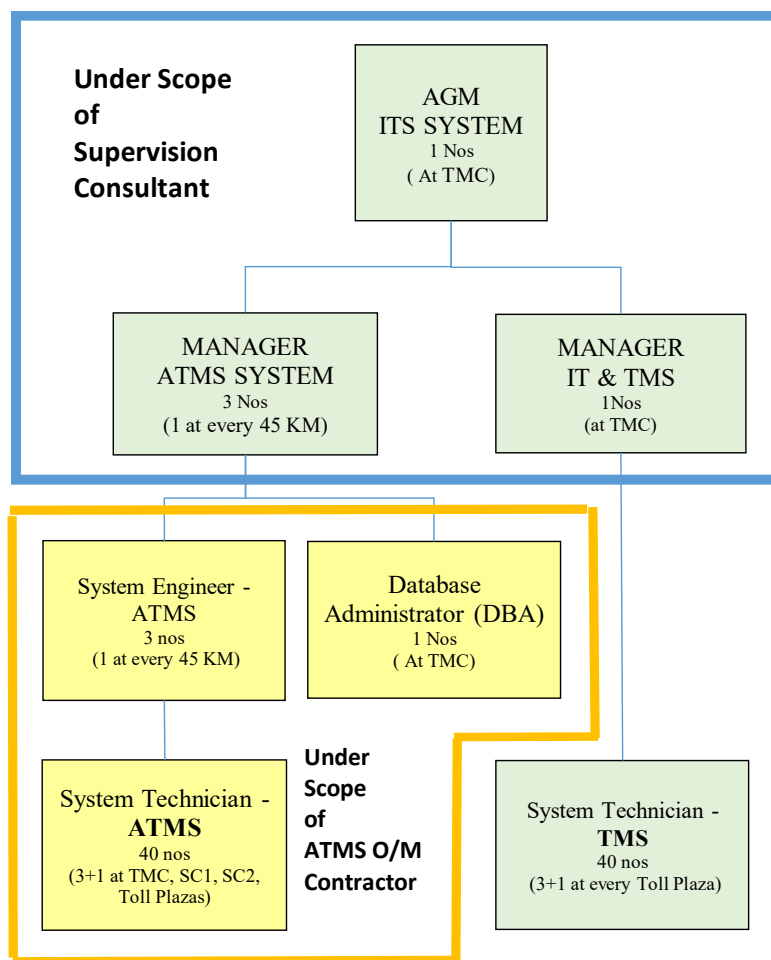
- ITS システムとサブシステムの増加する業務を遂行するための適切な人員配置。
- ハードウェアの年間保守契約の取得。
- 洗練された高度 ITS システムを保つために必要な専門技術力。
- ITS システムにおいて、ハードウェアのみならずソフトウェアの確実な保守。

#### (2) 運用

- システムの適切で効果的な運用は包括的な交通管制の実現に寄与することで道路管理者と道路利用者に貢献すること。
- 保守手順書、予備品リスト、完成図書等の正式な書類。
- 新技術情報を把握し、専門的なツールや試験機器を入手する。
- TMC 内の保守チームは業務を改善し、日々の保守業務において第三者機関への依存が少なくなるような定期的な保守業務を確立させる。
- 室内人員への適切なトレーニング

#### (3) 保守業務における人員構成の留意点

- 施工監理を行うコンサルタントは効果的かつタイムリーな保守を行うように指導・監視を行う。
- システム技術スタッフは 3 交代制+1 バックアップ制にて勤務を行う。



(出典：JICA 調査団)

図 7-3 保守業務における人員構成

#### 7.4 O&M 業務の候補企業

以下に挙げた企業は主に TMS 業務（主に料金収受）の実績がある企業であり、そのほとんどが正式な ATMS 業務の経験がない。実際インド国での ATMS 業務の数は非常に少なく、さらにそのほとんどが請負者によって行われている。

##### ➤ Egis India

Egis は道路・橋・料金収受システム・インフラ・機器・資産運用・交通管制システム等を手掛ける世界規模のメーカーである。

Egis は国際的な展開を行っているが、インド国における道路 O&M 業務の先駆者となるべく進出した。Egis の一番の強みはインド国の環境を十分に理解し、最適なサービスを実現できるところにある。Egis はインド国での O&M 業務において、世界レベル品質のサービスを提供することを確約している。

Egis はインド国の市場への十分な理解があるため、本プロジェクトにおいても巨大な価値を発揮することが可能である。



インド国での O&M 業務だけでなく、Egis は以下のようなサービスを請け負うことが可能である。

- 全ての業務範囲における O&M のプロジェクト監査
  - 資産管理
  - OMT プロジェクト
  - 適切な使命
  - O&M 最適化のためのコンサルティングサービス（アドバイスと会計検査）
  - 固定された操作機器のターンキープロジェクト
  - 中央処理装置の実行と管理
  - 広告方針の設計と実行
- Feedback Brisa

Feedback Brisa Highway Operations, Maintenance and Tolling Private Limited (以下、FBH)もまたインド国内の 15 の国道州道における O&M 業務を行っている。

FBH は Feedback Infra Private Limited とポルトガルの会社である Brisa の共同事業体（以下、JV: Joint Venture）である。

この JV はインド国の道路利用者に、料金所での待ち時間減少、優れた標識や安全設備による交通事故の減少、資産の長寿命化のための保守といったサービスを提供している。インド国における道路での運用・保守・料金収受における品質標準を世界レベルに高めている。

FBH は、Feedback Infra によって現地の強いプロジェクト監理能力を補い、Brisa によって革命と国際的に最も効率のよい方法でインド国高速道路の運用・保守・料金収受を行っている。

- 5,800 レーン以上の運用 を行う海外調達による高速道路の運用・保守・料金収受市場におけるトップ企業
- 料金収受、交通管制と最適ルート提供、日常保守、ITS システム支援といった一貫したサービス。

## ➤ MARK-O-LINE

ムンバイを拠点にグループ会社を複数持つ MARK-O-LINE は、高速道路運用・保守サービスの経験を多く持つ。また、このグループは、マイクロサーフェシング工法（効果的な道路補修・リニューアル技術）にも積極的である。MARK-O-LINE は、O&M 監理を行っている海外調達したプロジェクトの数がインド国の中で一番多い会社である。

MARK-O-LINE は、現場にて手間のかからない監理ソリューションを提供する。これは彼らの顧客にとって利益をもたらし、今日の競争力が高い市場にて、彼らのコアビジネスプロセスの集中と強化を行う。MARK-O-LINE は、交通・財政管理、資産管理、事故管理、O&M のマニュアル化といったサービスを提供し、すべての関連するサービスに関して、円滑な日々の業務を行うことを可能にする。

MARK-O-LINE は、マイクロサーフェシング工法において整然とした一貫したサービスを提供する。MARK-O-LINE はアプリケーションのターンキー業務を請け負い、パートナー企業と共同でマイクロサーフェシング工法や舗装業務の際に使用する世界規模の機器の提供といった様々な面でコンサルタント業務を行っている。

- O&M 監理において海外調達されるプロジェクト数が一番多い
- インド国で 5400 レーンの運用といった幅広い経験
- 料金収受システムの一貫したインテグレートサービス

## ➤ ITNL

IL&FS Transportation Networks Limited (以下、ITNL)は、豊富な業務内容を持ち、業務対象の道路総延長がインド国において最長である BOT 企業である。ITNL は、主に PPP の舗装部門において様々なプロジェクトを行っている。ITNL は、舗装部門のディベロッパー、オペレーター、ファシリテーターとして、調査・検討から O&M までの幅広い業務内容のプロジェクトを行っている。

ITNL は交通インフラ市場のトップ企業であり、道路関連プロジェクトを 25 業務について実施し、13100 レーン以上の料金所の運用を行っている。ITNL の業務内容は、プロジェクトの最適な料金と投資のバランスとり、インド国内 17 州にて業務を行っているため多様な種類の業務を経験しており、試験運用の段階のプロジェクトを多数持ち、大規模なビジネスモデルを提供している。

ITNL は、鉄道、都市交通システム、国境検問所といった他の交通サブ部門と共に仕事を行っていて、Gurgaon にて鉄道プロジェクトを進め、Madhya Pradesh では国境検問所プロジェクトを進め、Nagpur では市バスのバスネットワーク業務を行っている。2008 年 3 月には、ITNL は Elsamex S.A. (“Elsamex”)といったスペインのグループ会社と共に、欧州及び南米の国々において高速道路と一般道を中心にした保守サービスを行い、国際的な業務を実施している。

## 8 積算

### (1) 積算の基本条件

表 8-1 積算の基本条件

項目	値
価格変動	外貨: 1.6% 現地貨: 1.3%
増嵩予備費	施工: 10% コンサル: 10%
税率	付加価値税: 14.5% 輸入税: 26.4%
一般管理費割合	5%
利子率	施工: 0.3% コンサル: 0.1%
期初費用	0.2%

(出典: JICA 調査団)

### (2) 積算概要 (2016年7月時点)

表 8-2 費用見積

費用の内訳	外国通貨			現地通貨			合計		
	合計 (JPY mil)	JICA (JPY mil)	その他 (JPY mil)	合計 (INR mil)	JICA (INR mil)	その他 (INR mil)	合計 (JPY mil)	JICA (JPY mil)	その他 (JPY mil)
ITS パッケージ	2,619	2,146	473	2,851	1,997	854	7,089	5,277	1,811
価格変動	83	62	21	284	174	110	528	335	193
増嵩予備費	270	221	49	313	217	96	762	561	200
コンサルティングサービス	455	455	0	155	155	0	698	698	0
一般管理費	0	0	0	289	0	289	454	0	454
付加価値税	0	0	0	839	0	839	1,316	0	1,316
輸入税	0	0	0	501	0	501	785	0	785
施工中の利子	94	0	94	0	0	0	94	0	94
期初費用	14	0	14	0	0	0	14	0	14
<b>合計</b>	<b>3,535</b>	<b>2,883</b>	<b>651</b>	<b>5,233</b>	<b>2,543</b>	<b>2,689</b>	<b>11,738</b>	<b>6,870</b>	<b>4,867</b>

(出典: JICA 調査団)

- (Note) 1. 換金率: US\$1=Rs. 67.3, US\$1 = JPY105.5, Rs.1 = JPY1.57  
 2. 価格変動 (a) 外国貨幣の割合: 1.6% p.a.  
 (b) 現地貨幣の割合: 3.7% p.a.  
 3. 見積ベース月: 2016年7月

## 9 プロジェクト実施における留意点

### 9.1 インド国における ITS プロジェクトの調達条件調査

#### (1) 入札条件

コントラクターは以下の条件にて選定される。

- ITS 案件の実施経験
- 提案内容
- プロジェクトマネジメントの能力とコントラクターの人的資源
- 実施機関からのフィードバック内容
- 入札額

インド国の実施機関は技術面の提案よりも価格を重要視しており、結果として、ITS システムの性能は限定的であったと言える。

#### (2) 施工監理実施の現地コンサルタント

インド国内の ITS コンサルタントはその数が少なく、関連知識や経験が乏しい。さらに、ほとんどの現地コンサルタントは、インド国で現在進行中の他のプロジェクトにてアサイン済みである。

#### (3) 現地コントラクター

インド国における主な ITS コントラクターとシステムインテグレーターは下記の通りである。

- Vaaan Infra、Rajdeep、Metro、KENT (インド)
- Tecsidel India (スペイン)
- Toshiba India、MHI (日本)
- Efkon India (オーストリア)

### 9.2 入札手順とコントラクターの条件

コンサルティングサービスを含む日本の ODA 円借款によってまかなわれている商品とサービスの調達は「Guidelines for Procurement under Japanese ODA Loans (2012 年 4 月発行)」に従い実行される。

円滑な入札文書準備と JICA による協力を得るため、「JICA SBD Design Build」を使用することを強く推奨する。

### 9.3 コンサルタントの調達

JICA 円借款によって調達されたコンサルタントの業務範囲は施工監理である。

コンサルタントのタイムリーな雇用はプロジェクトの工程遅延を防ぐ上で非常に重要である。そのため NHAI は、極力早期にコンサルタント選出リストを用意することが重要であり、たとえ円借款契約締結前の段階にあっても、入札図書準備及び入札評価支援が必要であるとしている。

プロジェクト監理を行うコンサルタントの選出は「JICA SRFP Selection of Consultants」に従って実行される。

### 9.4 施工と O&M コントラクター選出の方針

#### (1) 事前資格審査に係る条件

本事業がシステム据付のみならず試験運用段階における O&M 業務も含んでいるため、ATMS の本運用にあたっては本事業のコントラクターから事業者へ技術移転が行われる必要がある。したがって、コントラクターの事前審査資格は一般的な据付経験のみならず、入札者から提出された技術文書も評価項目とする。以下にその評価点を示す。

##### 1) 一般的な資格と経験

- 同等な規模のプロジェクト経験
- 主要人員評価対象者
- TMS と ATMS のシステムインテグレート経験
- TMS、ATMS の O&M と他機関との調整業務の経験

##### 2) 技術的評価

- 他機関との調整業務の方法
- イベント発生の方法
- イベント処理の方法

#### (2) 現地競合相手

コンサルタントとプロジェクトを含む調達は国際入札とすることが望ましい。

#### (3) パッケージ

TMS、ATMS と O&M を含み 1 パッケージとする。

## 10 プロジェクト効果

### 10.1 定量的効果と定性的効果

本章では、デリー東部外環道路において ITS 導入機器により発生する効果の経済分析を行う。定量的、定性的両面において効果が期待されるが、定量的効果としては、ETC の導入による交通事故減少効果及び時間短縮効果がある。それらの効果は時間価値に換算し定量化し、また、経済的妥当性を評価するために費用便益分析を行う。一方で、定性的効果は交通管制システム導入に伴う走行時間短縮や異常事象による渋滞損失の減少など、定量化が困難なものを想定している。これら効果の詳細は下表のとおりである。

表 10-1 ITS 導入機器により発生する定量的効果及び定性的効果

	項目	定量的効果
1	交通事故減少	デリー東部外環道路の将来交通量の増加により、料金所でさばききれない交通量が発生することが見込まれ、利用者のなかにはデリー東部外環道路ではなく、他の道路を利用してしまふことが予想される。ETC を導入し、さばき交通量を増やすことにより、このような利用者にデリー東部外環道路を選択させることができる。 また同時に、一般的に高速道路の事故率は一般道路のそれと比較し低いことから、一般道からデリー東部外環道路に利用者を転換させることにより、事故件数は減少する。
2	旅行時間短縮	ETC を導入することにより、料金所での通過待ち時間を短縮させることができる。
	項目	定性的効果
3	交通管制システム導入に伴う走行時間短縮	利用者がリアルタイム交通情報の提供を受けることにより、最適な交通行動を選択でき、走行時間の短縮に資する。
4	交通管制システム導入に伴う異常事象による渋滞損失の減少	高速道路上での異常事象の発生はときに深刻な渋滞を発生させる。このような事象に対する処理時間の短縮は高速道路におけるサービス提供の一つの大事なポイントである。CCTV カメラを適切に設置することで、このような事象をより早期に発見することができる。

(出典: JICA 調査団)

### 10.2 定量分析

定量分析の主目的は、デリー東部外環道路における ITS 導入機器の効果を経済的視点から示すことであり、また、プロジェクト実施の妥当性を評価することである。経済分析により当該プロジェクトが必要となる投資に見合う十分な便益を生み出すかどうかを算出することができる。

定量評価は便益及び費用の比較分析を行うことで実施される。便益は交通事故減少便益及び旅行時間短縮便益からなり、一方、費用は導入費用、システム更新費用、運営維持管理費用からなる。定量分析のための指標はここでは内部収益率（以下、EIRR: Economic Internal Rate of Return）を用いる。EIRR とは、プロジェクトから得られる便益

の現在価値が、プロジェクトに要する費用の現在価値と等しくなるような割引率と定義される。なお、評価は将来交通量予測をもとに実施した。

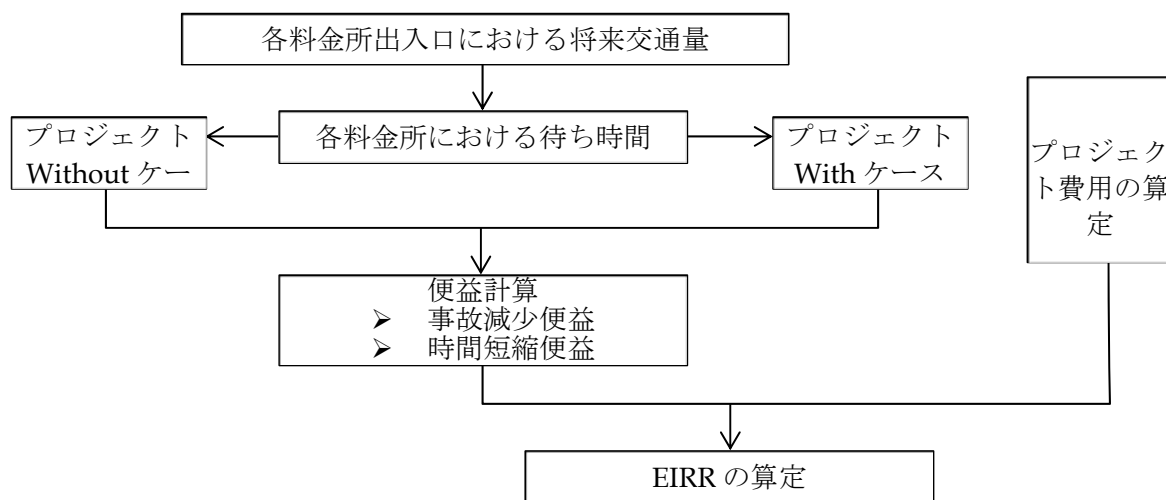
### 10.3 EIRR の計算 (2016 年 7 月時点)

#### (1) 評価期間

評価期間はプロジェクトの提供期間を考慮し、2018 年から 2042 年までの 25 年間とした。

#### (2) “With Project” and “Without Project”

“With Project”とはプロジェクトが実施される場合のことを示し、“Without Project”とは実施されないことを示す。定量的経済便益はこの“With Project”と“Without Project”の差分から発生する ETC 導入による交通事故減少効果及び旅行時間短縮効果とする。本調査で用いる経済分析の方法を以下に図示する。



(出典: JICA 調査団)

図 10-1 経済分析の方法

#### (3) 費用の算定

本プロジェクトの費用は、ITS 機器導入にかかる費用として 2017 年に 3,227 百万インドルピー、システム更新に係る費用として 2027 年と 2037 年に 1,859 百万インドルピー、及び運営維持管理にかかる費用として毎年 313 百万インドルピーが発生すると算定した。これら費用の評価期間 25 年間の推移は下表のとおりである。

表 10-2 費用の推移 (25 年間)

[million INR]  
 \* INR = JPY 1.661

Year	Installation Cost	System Renewal Cost (A)	Operation Cost(B)					Total (A)+(B)
			Manpower (TMS Ops)	Manpower (Technical)	Manpower (ATMS Ops)	Repairment/Replacement Cost	Other Operating Cost	
2017	3,227							
1 2018			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
2 2019			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
3 2020			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
4 2021			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
5 2022			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
6 2023			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
7 2024			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
8 2025			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
9 2026			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
10 2027		1,859	117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	2172.0
11 2028			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
12 2029			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
13 2030			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
14 2031			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
15 2032			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
16 2033			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
17 2034			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
18 2035			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
19 2036			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
20 2037		1,859	117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	2172.0
21 2038			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
22 2039			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
23 2040			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
24 2041			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6
25 2042			117.72	38.61	19.44	2.7	134.2	312.6

(出典: JICA 調査団)

#### (4) 便益の算定

##### 1) 交通事故減少便益

ETC が導入されない場合、各料金所においてさばききれない交通需要が発生する。その結果、一部の利用者がデリー東部外環道路を利用せず、既存道路を利用すると仮定し、その利用できない台数にデリー東部外環道路と一般道の事故率の差分から、事故発生減少件数を算定し、それに事故 1 件当たりの損失額を掛け合わせたものを事故減少便益として算定した。事故 1 件当たりの損失額については、インド道路会議が発行する”Manual on Economic Evaluation of Highway Projects in India (Second Revision), Indian Road Congress, 2009”から引用し推定した。引用した事故 1 件当たりの損失額について下表に示す。

表 10-3 事故種別毎の損失額

事故種別	事故 1 件あたり損失額 (インドルピー)
死亡	864 350
重体	391 800
重傷	172 650
軽傷	30 450

(出典: Manual on Economic Evaluation of Highway Projects in India (Second Revision), Indian Road Congress, 2009)

##### 2) 旅行時間短縮便益

ETC の導入及びその普及とともに料金所通過に要する時間が短縮される。マニュアル払いによる通過時間と ETC による通過時間の差に単位乗客時間価値を



掛け合わせたものを時間短縮便益とし算定した。単位乗客時間価値については、上記交通事故減少便益と同様にインド道路会議が発行する”Manual on Economic Evaluation of Highway Projects in India (Second Revision), Indian Road Congress, 2009”から引用し推定した。引用した単位乗客時間価値について下表に示す。

**表 10-4 旅行者の旅行時間価格**

	単位時間価値 (インドルピー/乗客・時間)
乗用車	62.5
モーターサイクル	32.0
バス	39.5

(出典: Manual on Economic Evaluation of Highway Projects in India (Second Revision), Indian Road Congress, 2009)

**(5) 内部収益率 (EIRR)**

プロジェクト費用及び経済便益に基づき、費用便益分析を実施した。算定結果は下表のとおりである。

**表 10-5 経済分析結果**

内部収益率	9.0%
-------	------

(出典: JICA 調査団)

表 10-6 経済分析

Year	Installation Cost	Operation Cost	Total Cost	Value of Reducing Traffic Accidents	Value of Saving Time	Total Benefit	Net Benefit	EIRR 9.0%		
								Cost	Benefit	Net Benefit
2016			0			0	0	0	0	0
2017	3,227		3,227		0	0	-3,227	2,960	0	-2,960
2018		313	313		0	0	-313	263	0	-263
2019		313	313		0	0	-313	241	0	-241
2020		313	313		23	23	-290	221	16	-205
2021		313	313		74	74	-239	203	48	-155
2022		313	313	2	175	177	-136	186	105	-81
2023		313	313	4	274	278	-35	171	152	-19
2024		313	313	7	480	487	174	157	244	87
2025		313	313	9	603	612	299	144	282	138
2026		313	313	12	737	749	436	132	316	184
2027		2,172	2,172	15	879	894	-1,278	842	347	-495
2028		313	313	19	1,036	1,055	742	111	375	264
2029		313	313	23	1,218	1,241	929	102	405	303
2030		313	313	26	1,310	1,335	1,023	94	400	306
2031		313	313	28	1,404	1,432	1,119	86	393	307
2032		313	313	31	1,501	1,532	1,219	79	386	307
2033		313	313	34	1,601	1,634	1,322	72	378	305
2034		313	313	37	1,703	1,740	1,428	66	369	303
2035		313	313	40	1,809	1,849	1,537	61	360	299
2036		313	313	43	1,918	1,962	1,649	56	350	294
2037		2,172	2,172	47	2,030	2,077	-95	356	340	-16
2038		313	313	50	2,146	2,196	1,883	47	330	283
2039		313	313	54	2,265	2,319	2,006	43	319	276
2040		313	313	58	2,387	2,445	2,132	40	309	270
2041		313	313	62	2,513	2,575	2,262	36	299	262
2042		313	313	66	2,643	2,709	2,396	33	288	255
Total	3,227	11,535	14,761	667	30,728	31,395	16,634	6,803	6,811	8

(出典: JICA 調査団)