インド
ベンガルール開発庁
カルナタカ州都市交通局

インド国
ベンガルール周辺環状道路
建設事業に係る技術支援

業務完了報告書

平成 27 年 10 月
（2015 年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

日本工営株式会社
東日本高速道路株式会社
株式会社建設技研インターナショナル

南ア
CR(5)
15-047

インド
ベンガルール開発庁
カルナタカ州都市交通局

インド国
ベンガルール周辺環状道路
建設事業に係る技術支援

業務完了報告書

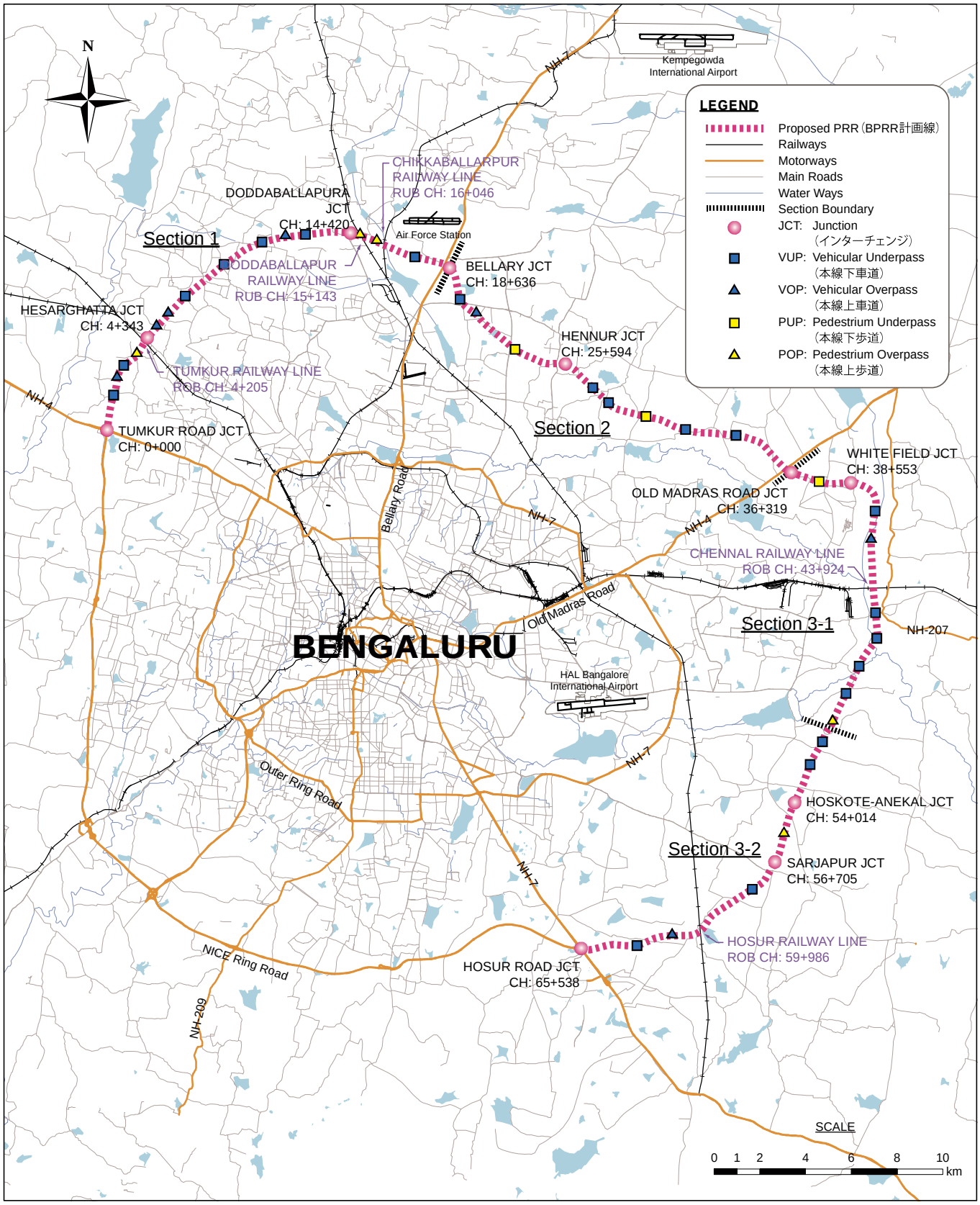
平成 27 年 10 月
（2015 年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

日本工営株式会社
東日本高速道路株式会社
株式会社建設技研インターナショナル

本業務では以下の交換レートを使用した：

US$ 1.00 = INR 63.8



出典：調査団

調 査 対 象 位 置 図

目　　次

略称一覧
要約

1 章　序論 1-1

1.1　業務の目的 1-1
1.1.1　業務の目的 1-1
1.1.2　当初の業務内容 1-2
1.1.3　実調査における業務内容 1-3
1.1.4　カウンターパート機関 1-3
1.1.5　調査団（JICA Experts）の構成 1-4
1.1.6　ＤＰＲ実施コンサルタント 1-4
1.2　業務実施の方法 1-5
1.2.1　レビューの対象とする成果品 1-5
1.2.2　業務実施の方法 1-5
1.2.3 技術協議（Technical Discussions）の経緯 1-6

2 章　道路設計 2-1

2.1　道路線形 2-1
2.1.1　道路区分と適用設計基準 2-1
2.1.2　BPRR 本線の設計速度 2-1
2.1.3　平面線形 2-4
2.1.4　片勾配 2-7
2.1.5　横断面 2-8
2.1.6　サービス道路上にある横断面でのボトルネック 2-15
2.1.7　縦断線形 2-16
2.1.8　土工量 2-25
2.1.9　擁壁数量 2-26
2.1.10　サービス道路の ROB と VOP の変更 2-26
2.1.11　曲線部の拡幅 2-27
2.2　ジャンクション（JCT）設計 2-28
2.2.1　既計画の JCT 間距離から追加 JCT の推薦 2-28
2.2.2　ランプと本線の接続部の設計速度 2-31
2.2.3　加速/減速車線に必要な長さ 2-32
2.2.4　本線と加速 / 減速レーンの移行区分 2-36
2.2.5　本線と加速/減速レーンを接続するセクションでの事故を最小化対策 2-40
2.3　料金所設計 2-41
2.3.1　料金所エリアのアライメント 2-41
2.3.2　トールレーンの幅と長さ 2-41
2.3.3　ノーズ位置に料金アイランドからの路線設計 2-42
2.3.4　トールゲート設備 2-43
2.3.5　必須トールレーン数 2-45
2.4　サービスエリア 2-59

3 章　構造物設計 3-1

3.1　概要 3-1
3.2　橋梁構造物 3-2
3.2.1　計画基準および条件 3-2
3.2.2　設計基準および設計条件 3-15
3.2.3　橋梁構造物の計画 3-19
3.3　ボックスカルバート構造物 3-32
3.3.1　ボックスカルバート計画 3-32
3.3.2　施工方法 3-36
3.3.3　ボックスカルバートの部材厚 3-37
3.3.4　アンダーパスにおける排水ポンプ 3-38

4 章　交通需要予測 4-1

4.1　交通需要予測の基本的考え方 4-1
4.1.1　基本的な考え方 4-1
4.1.2　推計年次 4-1
4.1.3　検討エリア 4-1
4.2　交通需要予測の手順 4-3
4.3　発生集中交通量の推計 4-5
4.3.1　基本的な考え方 4-5
4.3.2　社会経済フレームの設定 4-5
4.3.3　発生集中量モデルの構築 4-7
4.3.4　将来発生集中交通量の推計 4-7
4.4　分布交通量の推計 4-8
4.4.1　基本的な考え方 4-8
4.4.2　現況 OD 表の作成 4-8
4.4.3　分布モデルの構築 4-9
4.4.4　将来 OD 表の推計 4-9
4.5　交通量配分と将来道路交通量の推計 4-10
4.5.1　交通量配分の方法 4-10
4.5.2　現況再現性の確認 4-12
4.5.3　将来交通量配分結果 4-13
4.6　道路利用者インタビュー調査の実施 4-16
4.6.1　インタビュー調査の実施 4-16
4.6.2　ルート選択に関する分析 4-18
4.6.3　料金感度に関する分析 4-20
4.7　整備効果に関する検討 4-20
4.7.1　運用効果指標 4-20
4.7.2　ITS 施策導入による効果 4-21

5 章　ＩＴＳ 5-1

5.1　無償事業及び円借款事業によって整備されるＩＴＳコンポーネント 5-1
5.2　無償事業及び円借款事業による段階的整備（都市内ＩＴＳ） 5-2
5.2.1　無償事業及び円借款事業による段階的整備方針 5-2
5.2.2　無償事業及び円借款事業による段階的整備の詳細 5-5
5.3　無償事業及び円借款事業によるＩＴＳ機器の数量 5-14
5.4　無償事業及び円借款事業によるＩＴＳ機器費 5-16

5.5 ベンガルール交通警察による情報提供について 5-18
5.6 ＩＴＳのための組織 5-20
5.7 コントラクター及びコンサルタントのスコープ 5-21
5.7.1 据え付け及び運用に係るコントラクターのスコープ 5-21
5.7.2 ＩＴＳコンポーネントに係るコントラクターのスコープ（円借款事業） 5-22
5.7.3 ＩＴＳコンポーネントに係るコンサルタントのスコープ（円借款事業） 5-23
5.8 ＩＴＳの設計及び契約約款 5-24
5.8.1 無償事業及び円借款事業におけるＩＴＳの設計について 5-24
5.8.2 円借款事業におけるＦＩＤＩＣ契約約款について 5-24
5.9 無償事業及び円借款事業 ITS 実施スケジュール 5-25
5.10 その他ＩＴＳの実施にあたり留意すべき事項 5-28
5.10.1 無償事業におけるプローブカーシステムのためのＧＰＳ機器について 5-28
5.10.2 周辺環状道路及び NICE 道路との情報共有及び NICE 道路への ITS 機器導入について 5-29
5.10.3 クリアリングハウス及び周辺環状道路の料金徴収システムのスマートカードについて 5-30

6 章 事業実施計画 6-1

6.1 事業の財源 6-1
6.2 コンサルティングサービス 6-1
6.3 建設業者の入札工程 6-1
6.4 建設に係る工程 （土木本体工事） 6-1
6.4.1 入札パッケージ 6-1
6.4.2 建設期間の設定 6-2
6.5 建設に係る工程 （ITS 工事） 6-3
6.6 全体実施計画 6-3

7 章 事業費積算 7-1

7.1 総則 7-1
7.1.1 事業費積算のレビュー・更新手順 7-1
7.2 事業費積算のレビュー 7-3
7.2.1 事業費積算の最終版の確認 7-3
7.2.2 積算基準・規定等の確認 7-3
7.2.3 積算基準年 7-3
7.2.4 事業費積算に関連するその他の条件 7-3
7.2.5 事業費積算のレビュー 7-4
7.3 事業費積算の更新 7-23
7.3.1 工事費積算の構成 7-23
7.3.2 事業費積算の基準年の更新 7-25
7.3.3 工種別単価の更新 7-26
7.4 JICA 審査のための事業費積算構造 7-67
7.4.1 JICA 審査のための事業費積算構成 7-67
7.4.2 JICA 審査の条件 7-68
7.5 事業費積算 R(4)との比較（参考） 7-79

8 章　経済・財務評価 8-1

8.1　経済評価 8-1
8.1.1　方法論 8-1
8.1.2　事業の経済的費用 8-3
8.1.3　事業の経済的便益 8-4
8.1.4　経済分析結果 8-7
8.1.5　感度分析 8-9
8.2　財務評価 8-10
8.2.1　ケーススタディ 8-10
8.2.2　財務分析のための仮定と条件 8-10
8.2.3　財務的実行可能性のための指標 8-13
8.2.4　評価結果 8-15
8.2.5　感度分析 8-16

9 章　結論 9-1

APPENDIX-1　Drawings
APPENDIX-2　Correspondences
APPENDIX-3　Guidelines for Issuance and Operation of Prepaid Payment Instruments in India

図目次

図 1.2.1 業務実施フロー図 1-5
図 2.1.1 Final DPR での横断図 2-8
図 2.1.2 Draft DPR にあった修正前の横断図 2-8
図 2.1.3 BPRR 提案する半路肩の考え方 2-11
図 2.1.4 BPRR 本線での断面図(調査団による提案) 2-12
図 2.1.5 BPRR 本線での断面図(Draft DPR) 2-12
図 2.1.6 Final DPR でのサービス道路の横断図 2-13
図 2.1.7 BPRR 本線の断面図(Draft DPR) 2-14
図 2.1.8 BPRR サービス道路の断面図(提案) 2-14
図 2.1.9 サービス道路の断面図 2-14
図 2.1.10 車道のボトルネック 2-15
図 2.1.11 VUP での車両軌跡図 2-16
図 2.1.12 VUP/PUP における建築限界の不足例 2-21
図 2.1.13 ボックスカルバートの修正例 2-23
図 2.1.14 既存道路を利用して線路を越える例 2-27
図 2.2.1 ベンガルールマスタープランと BPRR 上で JCT 間隔が 10km 超える区間 2-29
図 2.2.2 IRC でのノーズ位置の設計速度 2-31
図 2.2.3 IRC で規定されている必要最低限のテーパー長 2-32
図 2.2.4 代表的な２つの方法の減速車線 2-34
図 2.2.5 Ballary Road ジャンクションの鋭い頂点 2-38
図 2.2.6 Hennur ジャンクションの鋭い頂点 2-38
図 2.2.7 White Field Road ジャンクションの鋭い頂点 2-39
図 2.2.8 Hoskote-Anekal ジャンクションの鋭い頂点 2-39
図 2.2.9 衝突緩衝材を配置するために必要な空間 2-40
図 2.3.1 料金アイランドとノーズ位置からエリアのアライメント例 2-42
図 2.3.2 Gurugaon の料金所のトールブース階段スペース 2-43
図 2.3.3 BPRR の梯子 (現在の図面) 2-43
図 2.3.4 BPRR の現在の屋根計画 2-44
図 2.4.1 日本での休憩施設のレイアウト（例） 2-59
図 3.2.1 国道交差部における下部工位置 3-4
図 3.2.2 鉄道交差部における下部工位置 3-5
図 3.2.3 架設方法 3-6
図 3.2.4 例:中央分離帯上の橋脚 (VOP: KM14+400) 3-7
図 3.2.5 例:中央分離帯上の橋脚(POP: KM03+600) 3-8
図 3.2.6 例: h=18m （DULT 事務所ビル） 3-9
図 3.2.7 例: 補強土壁の変形(国道 7 号線) 3-10
図 3.2.8 Chennai Railway Line における補強土壁の高さ (KM43+100) 3-11
図 3.2.9 Chennai Railway Line における橋台位置 (KM43+100) 3-12
図 3.2.10 各工区における累積土工量 3-13
図 3.2.11 側道の断面図(道路区間) 3-14
図 3.2.12 例:小さな斜角 (KM38+700) 3-23
図 3.2.13 イメージ図:伸縮装置における変形 3-24
図 4.1.1 交通分析のゾーニング 4-2
図 4.1.2 交通需要予測のための道路ネットワーク 4-3
図 4.2.1 交通需要予測の手順 4-4
図 4.3.1 ベンガルールの人口フレーム 4-5

図 4.5.1 QV タイプ....4-11
図 4.5.2 交通量配分の流れ....4-12
図 4.5.3 現況再現結果....4-13
図 4.6.1 道路利用者インタビュー調査票（乗用車用）....4-16
図 4.6.2 道路利用者インタビュー調査票（トラック用）....4-17
図 4.6.3 所要時間差別の高速道路の利用割合（乗用車）....4-19
図 4.6.4 所要時間差別の高速道路の利用割合（トラック）....4-19
図 4.6.5 PRR 通行料と日あたりの料金収入と走行台キロの変化....4-20
図 5.2.1 外環状道路、及び周辺環状道路位置図....5-4
図 5.2.2 無償事業での整備対象と想定される対象路線及び交差点（案）....5-6
図 5.2.3 ベンガルールにおける交通量計測システム配置図....5-11
図 5.2.4 ベンガルールにおける可変情報版配置図....5-13
図 5.5.1 Ｂ－ＴＩＣとベンガルール交通警察（Ｂ－ＴＲＡＣ）のシステム関連図....5-19
図 5.9.1 ITS 実施スケジュール....5-26
図 6.4.1 当初提案した実施工程表....6-2
図 6.4.2 総工期（36 ヶ月～72 ヶ月）による支出概念図....6-3
図 6.5.1 ITS 工事の実施計画....6-3
図 6.6.1 全体実施計画....6-4
図 7.1.1 事業費積算のレビュー・更新手順....7-2
図 7.2.1 工種別の工事費比率....7-5
図 7.3.1 ITS 配管の標準図....7-28
図 7.3.2 ハンドホールの標準図....7-29
図 7.4.1 KPWD SR 2014-2015 総則の抜粋....7-72
図 8.1.1 経済評価の作業フロー....8-2

<u>表目次</u>

表 1.1.1 プロジェクトの概要....1-1
表 1.1.2 業務内容....1-3
表 1.1.3 調査団の構成....1-4
表 1.2.1 技術協議の経緯....1-6
表 2.1.1 BPRR 本線の平面線形のレビュー....2-3
表 2.1.2 IRCs に記載の必要事項....2-4
表 2.1.3 修正を要する曲線区間....2-4
表 2.1.4 平面曲線長に関する要修正事項....2-5
表 2.1.5 緩和曲線の挿入が必要な曲線部....2-5
表 2.1.6 緩和曲線に関する要修正事項....2-6
表 2.1.7 DPR に記載の 5%を超える片勾配の箇所....2-7
表 2.1.8 IRC-Guidelines に記載された路肩幅員....2-9
表 2.1.9 IRC-Guidelines に記載の路肩幅員....2-10
表 2.1.10 BPRR 本線の縦断勾配のレビュー結果（一部のみ記載）....2-17
表 2.1.11 各縦断勾配に対する要修正事項....2-18
表 2.1.12 BPRR 本線の縦断曲線のレビュー結果....2-20
表 2.1.13 VUP,VOP,PUP,POP の建築限界レビュー結果....2-22
表 2.1.14 現地盤高から BPRR 中心線までの必要高さ....2-24
表 2.1.15 BPRR 本線がボックスカルバートとして設計されている区間....2-25
表 2.1.16 土工量の比較....2-25
表 2.1.17 擁壁数量の比較....2-26

表 2.1.18 車道の拡幅量（m） 2-27
表 2.2.1 三環状道路の JCT 間隔の比較 2-30
表 2.2.2 BPRR の加速/減速車線の本線縦断勾配による長さの調整係数 2-32
表 2.2.3 IRC でのランプ長の調整要素 2-33
表 2.2.4 加速/減速車線の長さ 2-34
表 2.2.5 ２車線ランプに必要な長さ 2-34
表 2.2.6 縦断勾配によって調整係数 2-35
表 2.2.7 加速/減速レーンとテーパーの長さ 2-35
表 2.2.8 縦断勾配によって調整係数 2-35
表 2.2.9 BPRR の加速/減速レーンの長さの調整係数 2-36
表 2.2.10 「自動車専用道路における首都高速道路の本線と分合流部の接続部」の基準に違反している部分 2-37
表 2.3.1 各システムにより入口/出口レーンの容量 2-45
表 2.3.2 レーン数増加による料金所ブースの能力の推移 2-46
表 2.3.3 ETC の利用率の推移と T&G（%） 2-47
表 2.3.4 2022 年 ケース 1（ETC：2%、T&G：8%、マニュアル：90%） 2-49
表 2.3.5 2022 年 ケース 2,3（ETC：5%、T&G：8%、マニュアル：87%） 2-50
表 2.3.6 2030 年 ケース 1 （ETC: 18%, T&G: 24%, マニュアル: 58%） 2-51
表 2.3.7 2030 年 ケース 2 （ETC: 29%, T&G: 24%, マニュアル: 47%） 2-52
表 2.3.8 2030 年 ケース 3 （ETC: 33%, T&G: 24%, マニュアル: 43%） 2-53
表 2.3.9 2040 年 ケース 1（ETC：34%、T&G：34%、マニュアル：32%） 2-54
表 2.3.10 2040 年 ケース-2 （ETC: 46%, T&G: 34%, マニュアル: 20%） 2-55
表 2.3.11 2040 年 ケース-3 （ETC: 50%, T&G: 34%, マニュアル: 16%） 2-56
表 2.3.12 2022 年と 2040 年における料金所ブースの必要数 2-57
表 2.3.13 各 JCT での料金所ブース数 2-58
表 3.1.1 調査団からのコメント事項 3-1
表 3.2.1 高盛土補強土壁の事例 3-10
表 3.2.2 予備コスト評価 (Chennai Railway Line アプローチ区間) 3-12
表 3.2.3 修正後の予備コスト評価 3-14
表 3.2.4 上部工形式 (推奨) 3-19
表 3.2.5 橋脚のイメージ 3-21
表 3.2.6 橋台のイメージ 3-22
表 3.2.7 橋梁計画 3-26
表 3.2.8 橋梁断面図における質問事項(上部工) 3-28
表 3.2.9 橋梁断面図における質問事項(下部工) 3-29
表 3.2.10 橋梁断面図における質問事項(下部工) 3-30
表 3.3.1 ボックスカルバート一覧表 3-33
表 4.3.1 地区別の人口フレーム 4-6
表 4.3.2 地区内総生産フレームワーク (NDDP) 4-6
表 4.3.3 発生集中量モデルのパラメーター 4-7
表 4.3.4 発生集中交通量と年平均増加率 4-8
表 4.4.1 分布モデルパラメータ 4-9
表 4.5.1 道路リンク条件 4-11
表 4.5.2 交通量配分に適用した BPRR の道路料金 4-11
表 4.5.3 実測交通量と推計交通量の比較 4-13
表 4.5.4 交通量配分結果および計画交通量 4-14
表 4.5.5 BPRR 本線の区間別将来交通量推計結果 4-15
表 4.5.6 BPRR サービス道路の区間別将来交通量推計結果 4-15
表 4.5.7 サービスレベル B のための高速道路の設計交通量 (in PCU/day) 4-15

表 4.5.8 ピーク交通量およびピーク率 4-15
表 4.5.9 乗用車換算係数 4-15
表 4.6.1 回答数および有効票率 4-17
表 4.6.2 パラメータ推定結果 4-18
表 4.6.3 車両別の時間価値 4-18
表 4.7.1 運用効果指標 4-21
表 4.7.2 時間評価値 4-22
表 4.7.3 ITS 導入による便益 4-22
表 5.1.1 無償事業及び円借款事業によって整備される ITS コンポーネント 5-1
表 5.2.1 段階的な整備方針 （都市内ＩＴＳ） 5-3
表 5.2.2 サブシステムと目的：B-TIC 5-8
表 5.3.1 無償事業及び円借款事業によるＩＴＳ機器の数量 5-15
表 5.4.1 無償事業及び円借款事業によるＩＴＳ機器費 5-17
表 5.6.1 ＩＴＳの担当組織 5-20
表 5.7.1 円借款事業にて整備されるＩＴＳコンポーネント 5-22
表 5.10.1 ベンガルールにおけるスマートカードの概況 5-31
表 5.10.2 ケース１及びケース２における長所・短所 5-34
表 6.4.1 入札パッケージの変更提案 6-2
表 7.2.1 最新の仕様書及び積算単価一覧 7-3
表 7.2.2 その他積算に関連する条件 7-3
表 7.2.3 直接費総括表 7-4
表 7.2.4 鉄筋単価見直し前後の構造物工工事費比較表 7-6
表 7.2.5 カルバートに係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表 7-6
表 7.2.6 VUP に係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表 7-7
表 7.2.7 PUP に係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表 7-8
表 7.2.8 マイナーブリッジに係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表 7-9
表 7.2.9 RUB に係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表 7-10
表 7.2.10 ROB に係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表 7-11
表 7.2.11 POP に係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表 7-13
表 7.2.12 VOP に係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表 7-14
表 7.2.13 アンダーパスに係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表 7-15
表 7.2.14 土工数量比較表 7-16
表 7.2.15 土工単価比較表 7-17
表 7.2.16 舗装構成の最終案 7-18
表 7.2.17 舗装工単価比較表 7-19
表 7.2.18 排水工単価比較表 7-20
表 7.2.19 擁壁工数量比較表 7-21
表 7.2.20 RE 擁壁に係る数量見直し後の積算内訳表 7-22
表 7.3.1 土木工事費積算の構成 7-23
表 7.3.2 ITS 工事費積算の構成 7-24
表 7.3.3 土木工事の運営維持管理費の構成 7-24
表 7.3.4 ITS 工事の運営維持管理費の構成 7-24
表 7.3.5 分野別の物価上昇率 7-25
表 7.3.6 道路工の積算比較表 7-26
表 7.3.7 料金所地下道単価の計算 7-27
表 7.3.8 ITS 配管の単価積算 7-28
表 7.3.9 ハンドホールの単価積算 7-29
表 7.3.10 雑工費から除外される項目 7-30
表 7.3.11 伐開除根に係る更新後の積算内訳表 7-31

表 7.3.12 土工に係る更新後の積算内訳表 7-32
表 7.3.13 舗装工に係る更新後の積算内訳表 7-34
表 7.3.14 排水工に係る更新後の積算内訳表 7-35
表 7.3.15 道路付帯工に係る更新後の積算内訳表 7-36
表 7.3.16 インターチェンジに係る更新後の積算内訳表 7-38
表 7.3.17 料金所に係る更新後の積算内訳表 7-41
表 7.3.18 植栽工に係る更新後の積算内訳表 7-45
表 7.3.19 道路照明に係る更新後の積算内訳表 7-45
表 7.3.20 雑工費に係る更新後の積算内訳表 7-46
表 7.3.21 施工中の維持管理に係る更新後の積算内訳表 7-47
表 7.3.22 構造物工の積算比較表 7-48
表 7.3.23 構造物工の主な更新内容 7-48
表 7.3.24 支間長ごとの橋梁の種類 7-49
表 7.3.25 事業費積算 R(3)における橋梁工事費と面積一覧表 7-50
表 7.3.26 鋼箱桁橋の単価計算結果一覧表 7-50
表 7.3.27 橋梁単価一覧表 7-50
表 7.3.28 本線アンダーパスの積算内訳から除外する費目一覧表 7-51
表 7.3.29 カルバートに係る更新後の積算内訳表 7-52
表 7.3.30 VUP に係る更新後の積算内訳表 7-53
表 7.3.31 PUP に係る更新後の積算内訳表 7-54
表 7.3.32 マイナーブリッジに係る更新後の積算内訳表 7-55
表 7.3.33 RUB に係る更新後の積算内訳表 7-55
表 7.3.34 橋梁に係る更新後の積算内訳表 7-56
表 7.3.35 本線アンダーパスに係る更新後の積算内訳表 7-57
表 7.3.36 交差道路アンダーパスに係る更新後の積算内訳表 7-59
表 7.3.37 交差道路フライオーバーに係る更新後の積算内訳表 7-60
表 7.3.38 擁壁構造物工の積算比較表 7-61
表 7.3.39 RCC 擁壁に係る更新後の積算内訳表 7-61
表 7.3.40 RE 擁壁に係る更新後の積算内訳表 7-62
表 7.3.41 関連諸経費の積算比較表 7-63
表 7.3.42 関連諸経費比率の比較表 7-63
表 7.3.43 ITS 工事の積算内容 7-64
表 7.3.44 ITS 工事の積算比較表 7-65
表 7.3.45 土木施設の運営維持管理費の積算比較表 7-65
表 7.3.46 ITS 施設の運営維持管理費の積算比較表 7-66
表 7.4.1 JICA 審査のための事業費積算構成 7-67
表 7.4.2 JICA 審査のための前提条件 7-68
表 7.4.3 工区分け一覧表 7-69
表 7.4.4 土木工事及び ITS 工事のコンサルタント費内訳表 7-69
表 7.4.5 土木工事のコンサルタント費内訳表 7-70
表 7.4.6 ITS 工事のコンサルタント費内訳表 7-71
表 7.4.7 Section 1 の建設費積算内訳表 7-73
表 7.4.8 Section 2 の建設費積算内訳表 7-74
表 7.4.9 Section 3-1 の建設費積算内訳表 7-75
表 7.4.10 Section 3-2 の建設費積算内訳表 7-76
表 7.4.11 ITS の建設費積算内訳表 7-77
表 7.4.12 年度別物価上昇率一覧表 7-77
表 7.4.13 ITS 資機材の関税計算 7-78
表 7.5.1 事業費積算 R(4)との積算比較表（参考） 7-80

表 8.1.1 経済評価の指標 8-2
表 8.1.2 推計経済価格 (2015 年価格) 8-3
表 8.1.3 事業実施スケジュールにあわせた各年の初期費 8-3
表 8.1.4 道路維持管理費 8-4
表 8.1.5 2005 年の VOC 単価 8-4
表 8.1.6 インドの物価指数(2008-2015) 8-5
表 8.1.7 2015 の VOC 単価 8-5
表 8.1.8 2009 年の旅客車両の旅行時間費単価 8-5
表 8.1.9 2009 年の貨物車の旅行時間単価 8-6
表 8.1.10 2015 年の旅行時間単価 8-6
表 8.1.11 経済便益 8-6
表 8.1.12 費用便益ストリーム 8-8
表 8.1.13 感度分析結果 8-9
表 8.2.1 初期費 8-10
表 8.2.2 道路運営維持管理費 8-11
表 8.2.3 2022 年の日あたりの料金収入(供用開始後 1 年) 8-11
表 8.2.4 BPRR 交通の年成長率 8-11
表 8.2.5 財務分析のためのパラメータ 8-12
表 8.2.6 WACC 算出の条件 8-14
表 8.2.7 BPRR の財務分析のクライテリア 8-14
表 8.2.8 BPRR の財務分析結果 8-15
表 8.2.9 BPRR の財務分析結果(利用料金 1.5 倍のケース) 8-16

略称一覧 ：

AASHTO : American Association of State Highway and Transportation Officials

B/C : Benefit-Cost Ratio
BDA : Bangalore Development Authority
BOT : Built Operate and Transfer
BPRR : Bengaluru Peripheral Ring Road

CDP : Comprehensive Development Plan
CIP : Cast-In-Place
CTTP : Comprehensive Traffic and Transportation Plan for Bengaluru

D/D : Detailed Design
DBOT : Design, Build, Operation and Transfer
DP(s) : Discussion Paper(s)
DPR : Detailed Project Report
DR : Discount Rate
DULT : Directorate of Urban Land Transport

EIRR : Economic Internal Rate Return
ETC : Electronic Toll Collection

FEM : Finite Element Method
FX (Cost) : Foreign Exchange (Cost)

Gov : Government

H(h) : Height

IC :Interchange
IRC : Indian Road Congress
IRR : Internal Rate Return
ITS : Intelligent Transport Systems

JCT : Junction
JICA : Japan International Cooperation Agency

KM : kilometer(s)

L/A : Loan Agreement
LCV : Light Commercial Vehicle
LOS : Level of Service

MAV : Multi Axle Vehicle
MORTH : Ministry of Road Transport and Highways
MSE : Mechanical Stabilized Earth (Retaining Wall)

NDDP : Net District Domestic Product
NH : National Highway(s)
NPV : Net Present Value

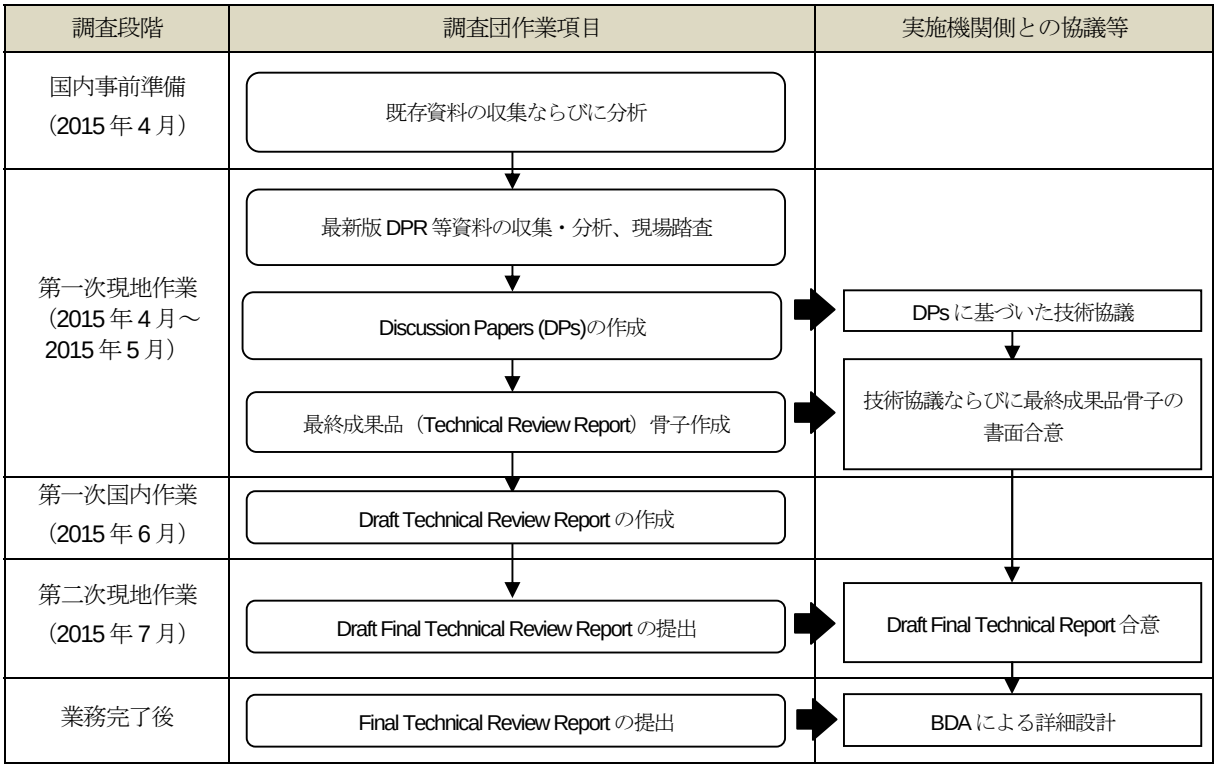
O&M(O/M) : Operation and Maintenance
OBU : On Board Unit

OD	: Origin and Destination
pa	: per annual
PC-I	: Prestressed Concrete I Girder (Bridge)
PCU	: Passenger Car (Equivalent) Unit
PHF	: Peak Hour Flow
POP	: Pedestrian Overpasses
Prv	: Private
PUP	: Pedestrian Underpasses
RC	: Reinforced Concrete (Bridge)
ROB	: Railway Over Bridges
ROW	: Right of Way
RUB	: Railway Under Bridges
SPC	: Special Purpose Company
SPV	: Special Purpose Vehicle
STUP	: STUP Consultants Pvt. Ltd.
T&G	: Touch & Go
TTC	: Travel Time Cost
VGF	: Viability Gap Fund
VOC	: Vehicle Operation Cost
VOP	: Vehicular Overpasses
VUP	: Vehicular Underpasses
WACC	: Weighted Average Cost of Capital

(1) 序論

ベンガルール開発庁（BDA:Bengaluru Development Authority）は、ベンガルール市中心部の交通渋滞緩和のため、既存外環道路（Outer Ring Road）の外側に『ベンガルール周辺環状道路」(BPRR:Bengaluru Peripheral Ring Road)』を計画し、我が国政府に対して円借款での実施を要請した。実施機関側と JICA 間の議事録（Minutes of Meeting on 16th January 2015）に基づき、F/S レベルの設計・積算（DPR: Detailed Project Report）のレビューを目的とした技術支援調査（本業務）を JICA は実施した。

本業務は、円借款の要請のあった BPRR 建設事業の早期案件形成に向けて、安全性・経済性・快適性等の面で十分な水準を備えた設計内容にする必要があるため、詳細設計の一部内容に必要なインプットを行うことである。図１に業務実施フローを示す。



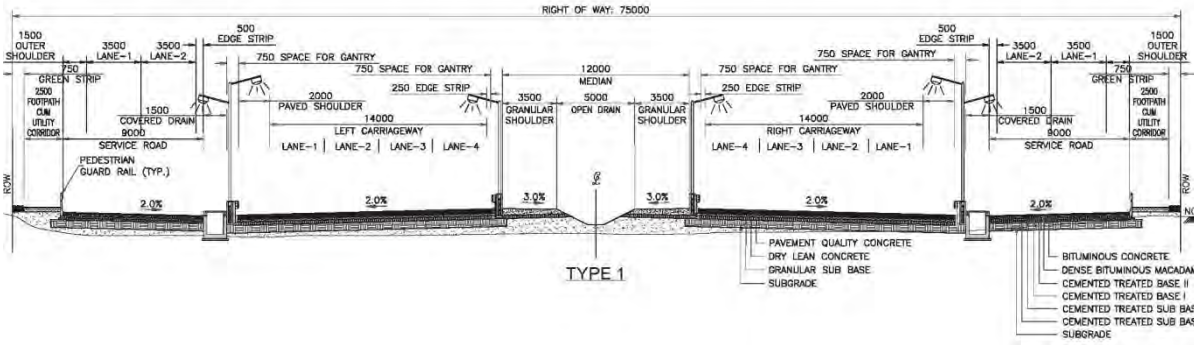
出典:調査団

図１　　業務実施フロー図

(2) 道路設計

DPR における FS 精度の道路設計に対してレビューを実施した。道路設計においては道路種別の確定が必須である。DPR では道路種別は言及されておらず、設計速度も 80km/h～100km/h と幅のある計画となっていた。インド側との協議の結果、対象道路本線は省管轄の高速道路(Expressway)でなく州政府管轄の都市道路(Urban Road)に区分し設計速度を 80km/h とすることが確認された。

道路種別に基づいてインド設計基準（IRC）を参照しながら道路設計全般（幾何構造等）をレビューし、今後の詳細設計において改善すべき点を指摘した。



出典:調査団

図２　　レビュー後の最終版標準横断図

インターチェンジについてもレビューを実施した。大きな変更点は、追加インターチェンジ３か所の提案と合意である。DPR においては左図に示すように隣接するインターチェンジ間隔が 10km を超える区間が３か所存在する。BPRR 完成後には沿道開発が促進されることもあり、インターチェンジの間隔は適切な設定でなければならない（例：NEXCO 基準では都市部周辺において 5～10km が適切な間隔）。また、適切なインターチェンジ間隔は BPRR の利用促進にも寄与することから事業の財務性（料金収入）が向上することが期待される。

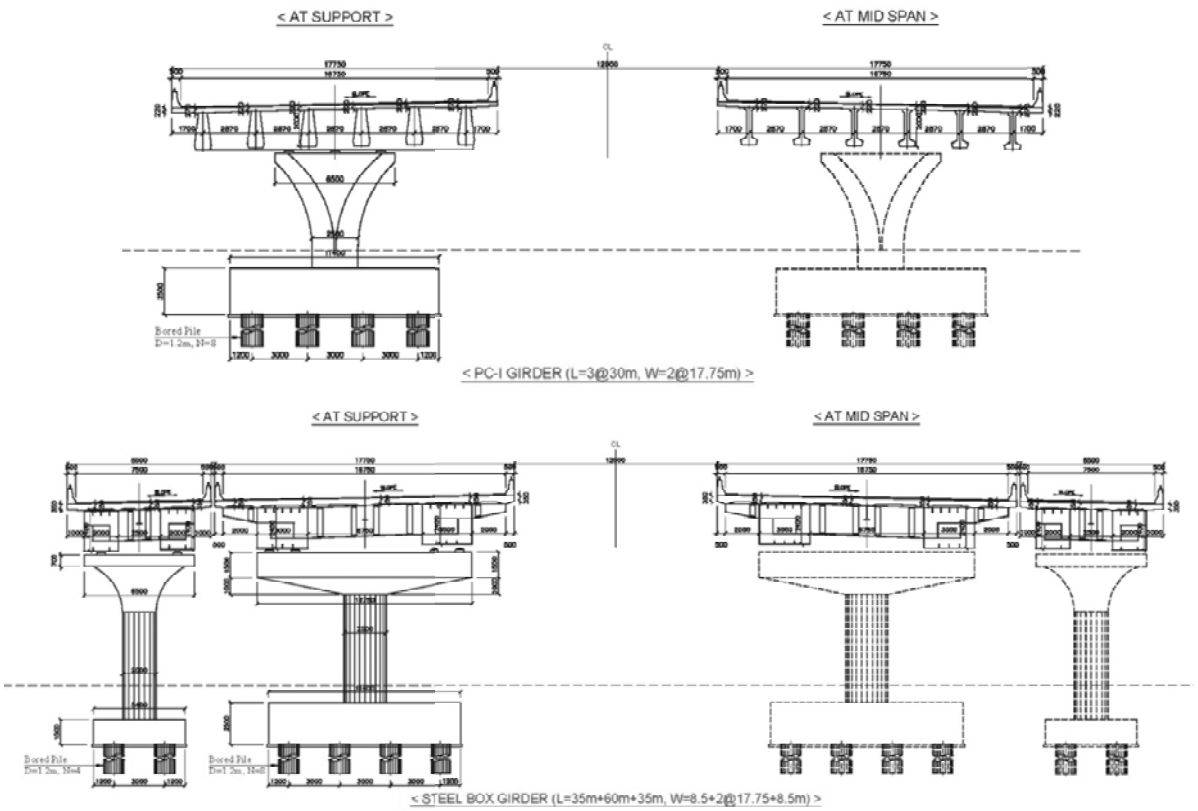
出典:調査団

図３　**DPR** における*ｲﾝﾀｰﾁｪﾝｼﾞ* 間隔

(3)　構造物設計

道路設計レビューと並行して構造物設計に対するレビューを実施した。

DPR では単一の橋梁型式（PC 箱桁）が適用されている。本業務においては、実施機関側との協議を重ねながら各橋梁の橋梁計画を見直した。その結果、PC I 桁（支間長 30m 以下）、鋼箱桁（支間長 60m 以上）の２型式を追加提案することとなった。橋梁計画においては、現地視察、下部工位置、架設工法等を勘案のうえで設定した。



出典:調査団

図４　　橋梁型式の追加

その他の大きな変更点としては、2 箇所の跨線橋の橋梁区間の延長である。同箇所は軟弱地盤と想定される湿地帯に位置するが DPR では直高 18m を超えるテールアルメ構造となっている。橋長節減のためと考えられるが現実的な設計ではない。調査団はテールアルメ直高 5m 程度になるよう橋台位置を変更し橋長区間を延長した。本変更は実施機関側にも同意された。

(4)　交通需要予測

DPR において交通需要予測は実施されているものの、4 段階推計法等の一般的手法は用いられていない。JICA が実施したベンガルール市域を対象とした ITS M/P（Master Plan Study on the Introduction of Intelligent Transport Systems (ITS) in Bengaluru and Mysore）において STRADA を用いた交通需要予測が実施されている。調査団は ITS M/P での需要予測モデルを修正適用して交通需要予測を本線、サービス道路（側道）に対して実施した。

結果として、DPR の予測結果と差異はあるものの BPRR の将来車線数（本線 8 車線）の妥当性は確認された。上述の道路・構造物設計レビュー結果により工費増加が想定（インターチェンジ追加、橋長延長）されたことから、調査団は共用当初から 8 車線の完成形とするのではなく段階施工を提案したが、実施機関側は共用当初からの 8 車線化を政府決定事項と返答している。

表１　　本線交通量の推定結果

年次	Section 1 (0-18 km)	Section 2 (18-36 km)	Section 3-1 (36-50 km)	Section 3-2 (50-65 km)	Total Average (PCU/日)
2022	39,000	41,000	40,000	39,000	42,000
2030	84,000	78,000	69,000	64,000	74,000
2040	146,000	141,000	116,000	105,000	128,000

出典:調査団

表２　　サービス道路交通量の推定結果

年次	Section 1 (0-18 km)	Section 2 (18-36 km)	Section 3-1 (36-50 km)	Section 3-2 (50-65 km)	Total Average (PCU/日)
2022	11,000	23,000	14,000	15,000	15,000
2030	23,000	30,000	20,000	24,000	25,000
2040	29,000	36,000	28,000	37,000	33,000

出典:調査団

また、DPR では検討されていなかったインターチェンジ、本線バリアの出入り交通量についても交通需要予測を実施した。

(5)　高度道路交通システム (ITS)

BPRR 建設事業に含まれる予定の ITS(Intelligent Transport Systems)は BPRR 沿線(PRR ITS)ならびに市街地に敷設されるシステム（都市内 ITS）で構成される。本調査ではこれら ITS 施設についてのレビュー、検討更新を ITS M/P （JICA 実施）に基づいて実施した。道路設計レビュー、交通需要予測の結果を踏まえて BPRR インターチェンジのブース数が見直され、これに伴い ITS 施設の規模も精査されたことから施設導入コストも見直された。

都市内 ITS の一部は我が国に対して無償事業として要請されている。下表に ITS 施設概要と資金スキームの案を示す。

表３　**ITS 施設概要および資金スキーム案**

ITSコンポーネント			無償	有償
都市内ITS	ベンガルール交通情報システム（B－TIC）	センターシステム（含む：プローブシステム）	●	●
		渋滞長計測システム		
		交通量計測システム		
		可変情報盤システム		
		インターネットシステム		
	信号連携システム （※1）		●	●
	クリアリングハウス			●
PRR ITS	交通管制システム			●
	料金徴収システム			●

出典:調査団

※1 信号連携システムについては、有償（円借款事業）以降、追加の機器を自己資金によって整備する。

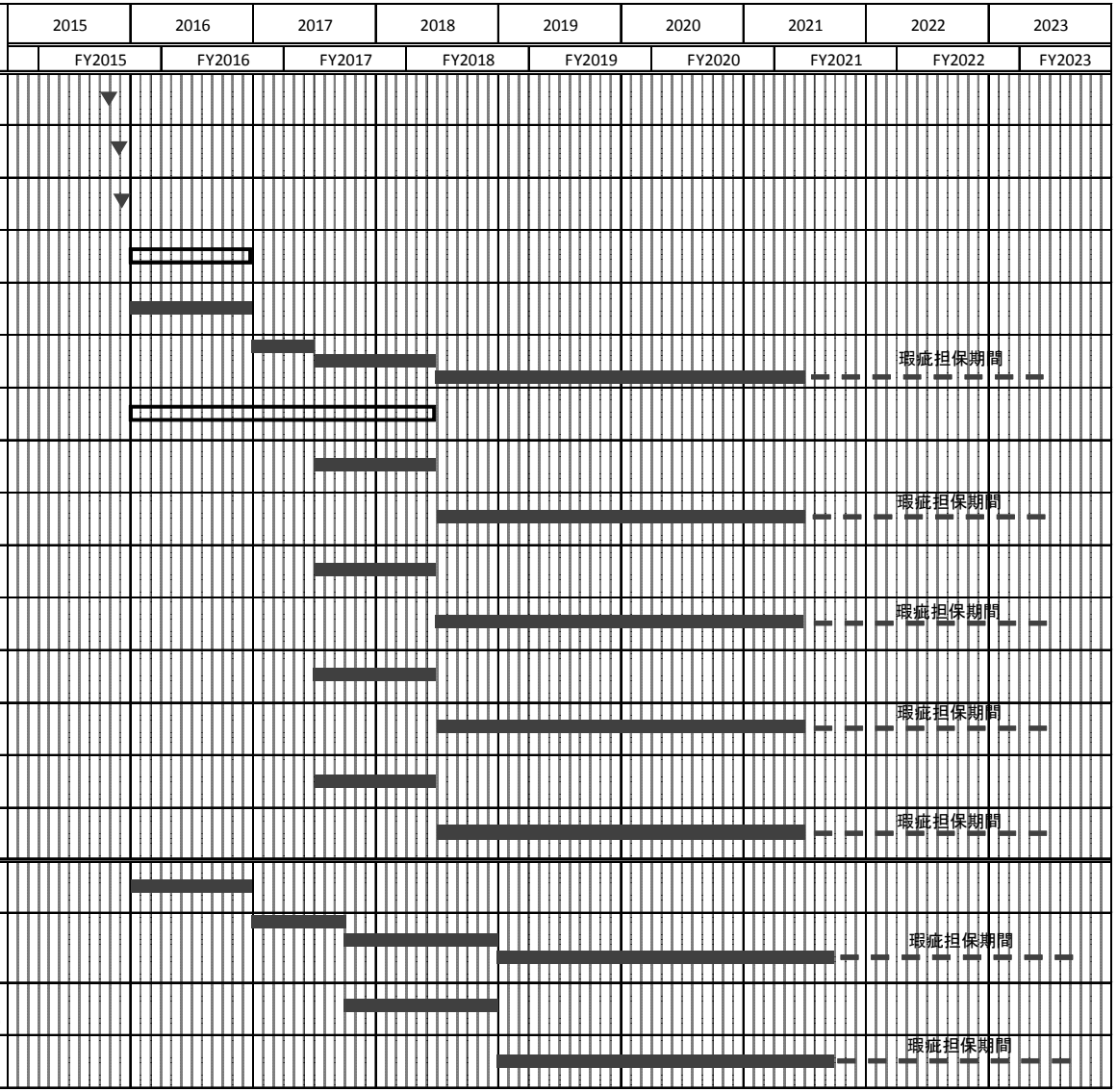
(6)　事業実施計画

円借款での実施を前提に事業実施計画を検討した。図５に事業実施スケジュールを示す。

出典：調査団

図5　事業実施スケジュール

	項　目		工期/時期
土木本体工事	借款プレッジ		2015.11
	E/N締結		2015,12
	L/A締結		2015.12
	詳細設計（円借款対象外）		12ヶ月 (2016.1 ~ 2016.12)
	コンサルタント調達		12ヶ月 (2016.1 ~ 2016.12)
	コンサルタント業務		54ヶ月 (2017.1 ~ 2021.6)
	土地取得、住民移転		30ヶ月 (2016.1 ~ 2018.6)
	Package 1 (Section 1)	業者調達	12ヶ月 (2017.7 ~ 2018.6)
		工事	36ヶ月 (2018.7 ~ 2021.6)
	Package 2 (Section 2)	業者調達	12ヶ月 (2017.7 ~ 2018.6)
		工事	36ヶ月 (2018.7 ~ 2021.6)
	Package 3 (Section 3-1)	業者調達	12ヶ月 (2017.7 ~ 2018.6)
		工事	36ヶ月 (2018.7 ~ 2021.6)
	Package 4 (Section 3-2)	業者調達	12ヶ月 (2017.7 ~ 2018.6)
		工事	36ヶ月 (2018.7 ~ 2021.6)
ITS工事	コンサルタント調達		12ヶ月 (2016.1 ~ 2016.12)
	コンサルタント業務		57ヶ月 (2017.1 ~ 2021.9)
	Package 5 (ITS)	業者調達	15ヶ月 (2017.10 ~ 2018.12)
		工事	33ヶ月 (2019.1 ~ 2021.9)



(7) 事業費積算

DPR での工区分割は 3 工区（Section 1, 2, 3）となっている。Section 3 の延長、事業費が他工区の 2 倍程度の規模となっていること、道路・構造物設計レビューにおいて提案された橋長延長区間が Section 3 に位置しており更に事業費が増加すること、を踏まえ、Section 3 を 2 分割することを想定した上で各工区の事業費積算のレビューを実施した。

表４　工区分割案

工区名	測点	区間距離(km)
Section 1	KM 0.000 (Tumkur Road) - KM 18.367 (Bellary Road)	18.367
Section 2	KM 18.367 (Bellary Road) - KM 36.323 (Old Madras Road)	17.956
Section 3-1	KM 36.323 (Old Madras Road) - KM 50.000	13.677
Section 3-2	KM 50.000 - KM 65.538 (Hosur Road)	15.538

出典:調査団

表５　事業費レビュー結果

Structure of Project Cost Estimate for JICA Appraisal			Structure of Project Cost Estimate R(3) in DPR	
Item		Total Amount million INR	Item	Total Amount million INR
A. ELIGIBLE PORTION				
I)	Procurement / Construction	38,018	A. Road Works, B. Structure Works, C. Earth Retaining Structures, F. Other Items of Work	37,557
i)	Package-1 (Section-1 : KM00+000-KM18+367)	8,797	A, B, C, F) Strech-1 (KM00+000-KM18+367)	7,604
ii)	Package-2 (Section-2 : KM18+367-KM36+323)	6,386	A, B, C, F) Strech-2 (KM18+367-KM36+323)	6,120
iii)	Package-3 (Section-3-1 : KM36+323-KM50+000)	7,611	A, B, C, F) Strech-3 (KM36+323-KM65+538)	10,648
iv)	Package-4 (Section3-2 : KM50+000-KM65+538)	7,623		
v)	Package-5 (ITS : BPRR & Bengaluru City)	3,724	G) ITS	8,000
vi)	Dispute Boards (Package-2&3)	0	-	
vii)	Dispute Boards (Package-1&4&5)	0	-	
	Base Cost for JICA Financing (i+ii+iii+iv+v+vi+vii)	34,140	Sub Total（A+B+C+F+G）	32,372
	Price Escalation	2,069	F-12) Price Escalation (a) for Year 2014-15	2,074
			F-12) Price Escalation (b) for Year 2015-16	2,074
	Physical Contingency	1,810	F-11) Contingency	1,037
II)	Consulting Services	2,995	F-7) Supervision Consultancy	604
	Consulting Services for Civil Works	1,780	a. PRR - Civil Construction	207
	Consulting Services for ITS Works	922	b. PRR - ITS Implementation	73
			c. City - ITS Implementation	323
	Base Cost	2,703	Sub Total (a+b+c)	604
	Price Escalation	150	-	0
	Physical Contingency	143	-	0
Total (I+II)		41,014	Total	38,161
B. NON ELIGIBLE PORTION				
a	Procurement / Construction	0	Procurement / Construction	0
	Base Cost for GoI Financing	0	-	0
	Price Escalation	0	-	0
	Physical Contingency	0	-	0
b	Consulting Services	161	Consulting Services	156
	Base Cost (Detailed Design by STUP)	152	F-8) Design Fee	156
			F-1) Preparatory works like Topography, Soil Investigation, Construction Material assessment & test. etc.	415
	Price Escalation	1	-	0
	Physical Contingency	8	-	0
c	Land Acquisition	81,000	Land Acquisisition Cost	57,500
	Base Cost	81,000	E) Land Acquistion Cost (excl Rehabilitation / resettlement cost)	53,800
			F-3) Rehabilitation and Resettlement Cost	3,700
	Price Escalation	0	-	0
	Physical Contingency	0	-	0
d	Administration Cost	104	F-9) Approvals	176
			A-10) Provision and Maintenance of Vehicles and Mobile	8
e	VAT	5,970	-	0
f	Import Tax	437	-	0
Total (a+b+c+d+e+f)		87,671	Total	57,839
TOTAL (A+B)		128,685	**TOTAL**	96,000
C. Interest during Construction		553	-	0
	Interest during Construction(Const.)	537	-	0
	Interest during Construction (Consul.)	16	-	0
D. Front End Fee		82	-	0
GRAND TOTAL (A+B+C+D)		129,320	GRAND TOTAL	96,000
E. JICA Finance Portion (A)		41,014		38,161

出典:調査団

(8)　経済・財務分析

経済分析は、DPR にて実施されていたが、以下に示す問題点が見られた。

－事業費は、建設費のみであり、土地収用費が含まれていなかった。BPPR 建設事業は、"Green Field"事業であり土地収用費は事業費に含めるべきである。

－車両運行費（VOC）のみを便益として計算している。旅行時間費短縮が考慮されていない。本事業は高規格道路であり、旅行時間費（TTC）の短縮が極めて大きい。そのため、旅行時間費短縮は、本事業で十分に考慮すべきである。

また、BPRR 事業費及び利用交通の推計が調査団によってレビューされたことから経済分析もまた、見直しを行った。

表 6　　経済分析の結果

EIRR	15.0%
B/C	1.33
NPV (百万ｲﾝﾄﾞﾙﾋﾟｰ)	21,214

出典:調査団

本事業の経済的費用及び便益は、正の NPV とし、かつ EIRR は政府が規定する 12%より高い結果となっている。よって、これらの数値は、本事業が経済的に実施可能性であることを示す。

表 7　　財務分析の結果

ケース	結果		
	Project IRR	IRR for SPV	Equity IRR
ケース-1:BOT 方式	1.42%	5.87%	4.50%
ケース-2:政府補助金付き BOT 方式		8.47%	7.88%

出典:調査団

Project FIRR は、全ての費用を考慮するものであり、建設費、コンサルタント費、道路用地取得費や道路維持管理費が含まれており、1.42%であり、これは、民間セクター投資は財務的に不可能であることを示す。施設の完成までは、官側の資金で実施する計画で行われる必要がある。

特別目的企業体（SPV）のための IRR は、建設費、コンサルタント費、道路維持管理費が民間セクターによって投資されるもので有り、ケース-1 で 5.87%、ケース-2 で 8.47%となり WACC の 11.6%を下回っていた。よって、本事業は、両ケースとも、財務的な実行可能性はなく、民間にとって、魅力的な事業でないであろう。

Equity IRR はケース-1 で 4.50% 、ケース-２で 7.88%である。これは、民間事業者にとって低い数値となっている。

1 章　序論

ベンガルール都市圏では、近年の急速な都市化に伴い交通量が増大の一途をたどっている一方で、道路網等の交通インフラ整備が不十分であるため激しい交通渋滞が深刻な社会問題となっている。同地域は、インド国最大の情報通信産業集積地であるとともに、本邦企業を含む多数の外資系企業が事業所をおいているが、交通渋滞がこれら企業活動のボトルネックの一つともなっている。こうした背景のもと、ベンガルール開発庁（BDA:Bengaluru Development Authority）は、ベンガルール市中心部の交通渋滞緩和のため、既存外環道路（Outer Ring Road）の外側に『ベンガルール周辺環状道路」(BPRR:Bengaluru Peripheral Ring Road)』を計画し、我が国政府に対して円借款での実施を要請した。BPRR は、既に供用が開始されている NICE 道路に接続する予定である。F/S レベルでの設計・積算は、DPR（Detailed Project Report）として BDA により実施済みである。

1.1　業務の目的

1.1.1　業務の目的

本業務は、円借款の要請のあった BPRR 建設事業の早期案件形成に向けて、安全性・経済性・快適性等の面で十分な水準を備えた設計内容にする必要があるため、詳細設計の一部内容に必要なインプットを行うことである。

表 1.1.1　　プロジェクトの概要

項　目	内　容
プロジェクト名	ベンガルール周辺環状道路建設事業 (Bengaluru Peripheral Ring Road (BPRR) Project)
プロジェクト位置	インド国カルナタカ州ベンガルール市域
プロジェクトの目的	ベンガルール市域の渋滞緩和によるベンガルール市域及び周辺地域経済への裨益効果
プロジェクト 主要施設	道路種別：高規格有料道路 道路延長：約 65 km 車線数：往復 8 車線（本線）、往復 4 車線（側道） ジャンクション（料金所を含む）：13 か所（本業務により 3 か所追加） 主要構造物：擁壁、橋梁、カルバート その他付帯設備：ITS（高度道路交通システム）
関連計画等	Comprehensive Development Plan (CDP), Comprehensive Traffic and Transportation Plan (CTTP) for Bengaluru City

出典: 調査団

1.1.2 当初の業務内容

JICA とインド側で交わされた本業務に関する議事録（2015 年 1 月 16 日付 Minutes of Meeting）に基づいた業務内容に係る合意スコープは以下の通りであった。

Scope of the Technical Review (Section II, Annex, MoM)
（技術支援業務の業務内容）

1. Reviewing the following items of the final DPR
（DPR につき以下項目のレビュー）

1-1 Design of interchanges between BPRR and radial roads
（インターチェンジ設計）

1-2 Structural design of flyover and underpass
（フライオーバーおよびアンダーパスの構造物設計）

1-3 Traffic analysis and traffic demand forecast for toll plaza planning, layout and designs
（料金所計画のための交通量解析と需要予測）

1-4 Planning and design of toll plaza (with ETC, T&G and manual lane, etc.)
（料金所計画・設計（ETC／タッチ＆ゴー／マニュアル収受））

業務指示書の内容も上述のとおりであるが、調査開始後に積算レビューが追加契約として付加されている。

1.1.3 実調査における業務内容

現地調査におけるインド側の協力もあり、実際の調査では下表に示す調査内容を実施した。したがって、一部項目は業務指示書における業務内容対象外を含む。

表 1.1.2　　業務内容

当初スコープにおける業務内容	実調査における業務内容
インターチェンジ設計	インターチェンジ設計
	（追加実施） インターチェンジ計画の見直し。 →インターチェンジ 3 か所の追加を提案した。
-	*（追加実施）* 本線の平面縦断線形の見直し。
フライオーバーおよびアンダーパスの構造物設計	フライオーバーおよびアンダーパスの構造物設計
料金所計画のための交通量解析と需要予測	料金所計画のための交通量解析と需要予測
	（追加実施） 本線および側道の交通需要予測
料金所計画・設計（ETC／タッチ＆ゴー／マニュアル収受）	料金所計画・設計（ETC／タッチ＆ゴー／マニュアル）
-	*（追加実施）* 実施計画
-	*（追加実施）* 積算

出典: 調査団

1.1.4 カウンターパート機関

本調査にかかる先方カウンターパート機関は以下のとおり。

- ベンガルール開発庁
  ：Bengaluru Development Authority (BDA)
- カルナタカ州政府都市交通局
  ：Directorate of Urban Land Transport (DULT), Government of Karnataka

1.1.5　調査団（JICA Experts）の構成

調査団の構成は次表のとおり。

表 1.1.3　　調査団の構成

要員名	氏名（所属）
総括/交通計画	田中　敬明（日本工営）
道路設計 １（幾何構造）	近藤　升（NEXCO 東日本）
道路設計 ２（構造物）	前田　哲哉（日本工営）
交通需要予測	及川　立一（建設技術研究所）
経済財務分析	上野　隆一（建設技研ｲﾝﾀｰﾅｼｮﾅﾙ）
道路設計 ３（補助）	山田　修栄（日本工営）
積算レビュー	仲田　文寧（日本工営）
ITS レビュー	戸谷　浩也（日本工営）

出典: 調査団

1.1.6　ＤＰＲ実施コンサルタント

DPR はイ国コンサルタントの STUP 社が BDA からの受注業務として作成した。STUP 社は本事業の詳細設計を実施する予定となっている。BDA、DULT の要請により STUP 社は本業務の技術協議にも同席した。

1.2 業務実施の方法

1.2.1 レビューの対象とする成果品

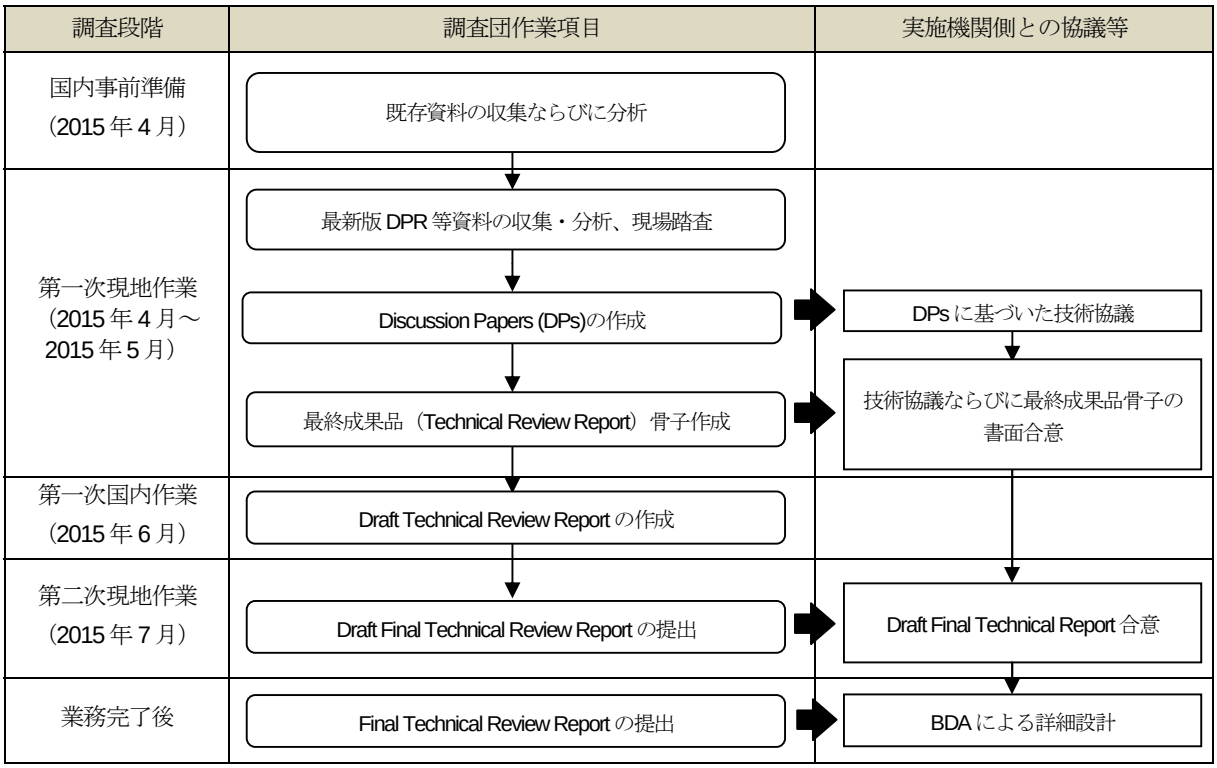
レビューの対象とする成果品として以下をイ国側より受領した。

- Final DPR, Version RN-05 Rev R(5), BDA
- Full set of DPR Drawings, BDA （STUP より 2015 年 5 月 7 日に受領）
- Bill of Quantities and Cost Estimate, Rev No. R(3) dated on 22nd August 2014 （STUP より 2015 年 5 月 7 日に受領）

1.2.2 業務実施の方法

実施機関側との協議に先立ち、調査団は Discussion Papers (DPs)を個別テーマ毎に作成し、協議前に実施機関側に配布した。技術協議(Technical Discussions)では事前配布した DPs に基づいて議論し、結果を議事録（Record of Discussions）として整理し実施機関側に書面提出した。技術協議の結果を踏まえ、最終成果品（Technical Review Report）の骨子について合意形成を図った。

図 1.2.1 に業務実施フローを示す。



出典:調査団

図 1.2.1　　業務実施フロー図

1.2.3 技術協議（Technical Discussions）の経緯

技術協議の経緯を表 1.2.1 に整理する。

表 1.2.1 技術協議の経緯

No.	日時	技術協議	協議内容 （協議に使用した Discussion Paper）
1	28th April 2015	Kick-off Meeting	Work Procedure and Summary of Inception Report
2	6th May 2015	1st Technical Discussion >> Record of Discussion was issued on 6th May.	Discussion Paper R01 (Road) Discussion Paper S01 (Structure)
3	11th May 2015	2nd Technical Discussion >> Record of Discussion was issued on 16th May.	Discussion Paper R02 (Road) Discussion Paper R03 (Road)
4	12th May 2015	Explanation to Engineer Member, BDA >> Record of Discussion was issued on 13th May.	Discussion Paper R01 (Road) Discussion Paper S01 (Structure)
5	13th May 2015	3rd Technical Discussion >> Record of Discussion was issued on 19th May.	Discussion Paper S02 (Structure)
6	18th May 2015	4th Technical Discussion >> Record of Discussion was issued on 19th May.	Discussion Paper C01 (Cost) Discussion Paper E01 (Economic/Financial Analysis) Discussion Paper R04 (Road) Discussion Paper S03 (Structure) Discussion Paper T01 (Traffic Analysis)
7	19th May 2015	Explanation to Engineer Member, BDA >> Record of Discussion was issued on 20th May.	Discussion Paper R02 (Road) Discussion Paper R03 (Road) Discussion Paper C01 (Cost Estimate) Discussion Paper R04 (Road) Discussion Paper S03 (Structure)
8	21st May 2015	Wrap-up Meeting >> Minutes of Meeting was signed on 21st May.	Summary of Technical Discussions
9	26th May 2015	5th Technical Discussion >> Record of Discussion was issued on 26th May.	Discussion Paper C02 (Cost Estimate)
10	6th July 2015	6th Technical Discussion	Discussion Paper C03 (Cost Estimate)
11	9th July 2015	Submission of Draft Final Technical Report	Draft Final Technical Report
12	20th Aug. 2015	Comments on Draft Final Report by DULT/BDA	Draft Final Technical Report

出典:調査団

上記技術協議結果は BDA が実施予定の詳細設計において反映検討される。

2 章　道路設計

2.1　道路線形

2.1.1　道路区分と適用設計基準

(1)　DPR に対する助言および提言

DPR によると、BPRR はインドの設計基準である Indian Design Guidelines (Guidelines for Expressways, 2010)に基づき高速道路として設計されていない。用地制限により、BPRR は Indian Design Guidelines(IRC 86-1983)に基づいて都市道路として設計されていることが確認された。道路区分に関する決定は、ベンガルール開発庁(BDA)やカルナタカ州都市交通局(DULT)により下されていた。

(2)　結論

調査団は、BPRR が高速道路ではなく都市道路として設計されていることを確認されたことから設計レビューは上記道路区分に基づいて実施することとした。

2.1.2　BPRR 本線の設計速度

(1)　DPR に対する助言および提言

DPR における BPRR の設計速度は以下のように設定されている。

本線：	100 km/h (規定値)、 80 km/h (特例値)
サービス道路：	30 km/h
ジャンクション、ジャンクション部ランプ：	記載なし

DPR に記載されている BPRR 本線の設計速度は 100km/h と 80km/h の 2 種類が混在する。

調査団は、IRC 86-1983 を都市道路の設計基準として参照しつつ、IRC-Guidelines for Expressways（高速道路基準）についても適用できる項目については参照することとし、DPR の平面線形をレビューした。

具体には、IRC 86-1983 における設計速度の上限値は 80km/h であり、100km/h に関する基準については規定されていない。よって、IRC-Guidelines for Expressways に記載されている 100km/h の規定値を参照した。

調査団が DPR 図面集をレビューした結果、表 2.1.1 に示すように設計速度 100km/h の規定値を満たさない平面線形が多くの箇所で散見された。

制限速度の表示板等の運用により、制限速度が区間によって頻繁に変更されることは道路安全面からも好ましくない。したがって、実施機関側が決定している道路区分である“都市道路”を根拠として、BPRR 本線の設計速度を 80km/h で統一することを調査団は提案した。

表 2.1.1 は設計速度として 100km/h を採用した場合に、49 か所の曲線部で平面線形の修正が必要となることを示している。用地幅が固定されている現状では、設計速度 100km/h を採用することにより大規模に平面線形を修正することは社会環境上の影響が極めて大きく事業の実現性を低下させると考えられる。

表 2.1.1　　BPRR 本線の平面線形のレビュー

	Elements on DPR										Check											
	Chainage				Circle		Spiral			Super elevation	Circle				Spiral						Superelevation	
											R		L(Lc+Ls)	L(Lc+Ls)	Omit Spiral		Ls1		A1			
	BS	BC	EC	ES	R	Lc	Ls1	Ls2	A1		IRC 86 V=80km/h	IRC-E (Desirable) V=100km/h	IRC-E V=80km/h	IRC-E V=100km/h	IRC-E V=80km/h	IRC-E V=100km/h	IRC 86 V=80km/h	IRC-E V=100km/h	JRSO V=80km/h	JRSO V=100km/h	IRC 86 V=80km/h	IRC 86 V=100km/h
1		0+151.792	0+175.115		2500	23.323	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	error	error	Omit	Required		error		error	1.1%	1.8%
2		0+980.475	1+257.060		1800	276.585	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	error	error	error	error	1.6%	2.5%
3	1+537.945	1+632.945	1+725.675	1+820.675	1200	92.730	95.000	95.000	337.639	3.7%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	2.4%	3.7%
4	2+203.792	2+328.792	2+751.691	2+876.691	800	422.899	125.000	125.000	316.228	5.0%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	3.6%	5.6%
5		2+917.515	3+244.575		2500	327.060	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Omit	Required		error		error	1.1%	1.8%
6	3+327.963	3+452.963	3+582.017	3+707.017	560	129.054	125.000	125.000	264.575	5.0%	OK	error	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	5.1%	7.9%
7	4+124.109	4+224.109	4+375.411	4+475.411	1150	151.302	100.000	100.000	339.116	3.9%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	2.5%	3.9%
8		8+583.351	8+786.483		2500	203.132	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Omit	Required		error		error	1.1%	1.8%
9	9+356.422	9+431.422	9+432.120	9+507.120	1500	0.698	75.000	75.000	335.410	3.0%	OK	OK	OK	error	Required	Required	OK	OK	OK	OK	1.9%	3.0%
10	9+752.543	9+867.543	10+003.562	10+118.562	955	136.019	115.000	115.000	331.399	4.7%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	3.0%	4.7%
11		10+494.314	10+747.295		1800	252.981	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	error	error	error	error	1.6%	2.5%
12	11+275.795	11+355.795	11+470.027	11+550.027	1425	114.232	80.000	80.000	337.639	3.1%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	2.0%	3.1%
13		13+286.723	13+576.540		2000	289.817	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Omit	Required		error		error	1.4%	2.2%
14	14+180.534	14+295.534	14+426.884	14+541.884	950	131.350	115.000	115.000	330.530	4.7%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	3.0%	4.7%
15	15+179.583	15+304.583	15+306.112	15+431.112	925	1.529	125.000	125.000	340.037	4.8%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	3.1%	4.8%
16		16+748.563	17+226.125		2500	477.562	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Omit	Required		error		error	1.1%	1.8%
17	18+356.553	18+481.553	19+321.089	19+446.089	835	839.536	125.000	125.000	323.071	5.0%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	3.4%	5.3%
18	19+985.184	20+110.184	20+682.792	20+807.792	890	572.608	125.000	125.000	333.542	5.0%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	3.2%	5.0%
19	21+062.118	21+157.118	21+314.510	21+409.510	750	157.392	95.000	95.000	266.927	5.0%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	3.8%	5.9%
20		21+446.283	21+724.530		1200	278.247	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	error	error	error	error	2.4%	3.7%
21		23+215.583	23+778.370		2000	562.787	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Omit	Required		error		error	1.4%	2.2%
22	24+557.937	24+682.937	24+914.470	25+039.470	775	231.533	125.000	125.000	311.247	5.0%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	3.7%	5.7%
23	25+381.141	25+506.141	25+668.274	25+793.274	480	162.133	125.000	125.000	244.949	5.0%	OK	error	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	error	5.9%	9.3%
24	25+890.351	26+015.351	26+163.382	26+288.382	850	148.031	125.000	125.000	325.960	5.0%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	3.3%	5.2%
25		26+356.361	26+576.870		1400	220.509	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	error	error	error	error	2.0%	3.2%
26		27+335.965	27+461.488		3000	125.523	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	error	error	Omit	Omit				error	0.9%	1.5%
27		27+833.695	28+017.066		3000	183.371	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Omit	Omit				error	0.9%	1.5%
28	28+096.163	28+156.163	28+551.195	28+611.195	800	395.032	60.000	60.000	219.089	5.0%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	error	3.6%	5.6%
29		29+694.977	29+809.148		1327	114.171	0.000	0.000	0.000	3.3%	OK	OK	error	error	Required	Required	error	error	error	error	2.1%	3.3%
30	30+158.748	30+198.748	30+488.994	30+528.994	1200	290.246	40.000	40.000	219.089	3.7%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	error	2.4%	3.7%
31	31+024.673	31+059.673	31+370.136	31+405.136	1500	310.463	35.000	35.000	229.129	3.0%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	error	1.9%	3.0%
32		31+861.552	32+245.629		2000	384.077	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Omit	Required		error		error	1.4%	2.2%
33		32+479.798	32+598.286		2000	118.488	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	error	error	Omit	Required		error		error	1.4%	2.2%
34		33+227.481	33+310.650		2000	83.169	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	error	error	Omit	Required		error		error	1.4%	2.2%
35	33+831.494	33+956.494	33+966.986	34+091.986	650	10.492	125.000	125.000	285.044	5.0%	OK	error	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	4.4%	6.8%
36	34+474.833	34+599.833	34+894.156	35+019.156	785	294.323	125.000	125.000	313.249	5.0%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	3.6%	5.7%
37		35+543.185	35+689.832		2000	146.647	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	error	Omit	Required		error		error	1.4%	2.2%
38	36+180.112	36+305.112	36+406.550	36+531.550	480	101.438	125.000	125.000	244.949	5.0%	OK	error	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	error	5.9%	9.3%
39		37+362.248	37+622.563		3000	260.315	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Omit	Omit				error	0.9%	1.5%
40		38+313.164	38+848.723		3000	535.559	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Omit	Omit				error	0.9%	1.5%
41	39+830.410	39+890.410	40+599.925	40+659.925	800	709.515	60.000	60.000	219.089	5.0%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	error	3.6%	5.6%
42		41+382.823	41+495.057		4000	112.234	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	error	error	Omit	Omit				error	0.7%	1.1%
43		43+419.365	43+636.316		4000	216.951	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Omit	Omit				error	0.7%	1.1%
44	45+158.333	45+283.333	45+602.861	45+727.861	585	319.528	125.000	125.000	270.416	5.0%	OK	error	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	4.9%	7.6%
45	46+237.168	46+337.168	46+481.304	46+581.304	1150	144.136	100.000	100.000	339.116	3.9%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	2.5%	3.9%
46		49+118.894	49+308.209		2000	189.315	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Omit	Required		error		error	1.4%	2.2%
47	49+373.000	49+498.000	49+587.725	49+712.725	735	89.725	125.000	125.000	303.109	5.0%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	3.9%	6.0%
48	49+788.397	49+913.397	49+988.690	50+113.690	725	75.293	125.000	125.000	301.040	5.0%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	3.9%	6.1%
49	50+289.857	50+414.857	50+432.549	50+557.549	850	17.692	125.000	125.000	325.960	5.0%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	3.3%	5.2%
50		51+048.058	51+538.066		2500	490.008	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Omit	Required		error		error	1.1%	1.8%
51		52+179.790	52+426.590		2500	246.800	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Omit	Required		error		error	1.1%	1.8%
52		53+429.783	53+893.096		2500	463.313	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Omit	Required		error		error	1.1%	1.8%
53	55+250.422	55+350.422	55+552.228	55+652.228	1175	201.806	100.000	100.000	342.783	3.8%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	2.4%	3.8%
54	56+544.446	56+669.446	56+870.052	56+995.052	670	200.606	125.000	125.000	289.396	5.0%	OK	error	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	4.2%	6.6%
55	59+109.762	59+234.762	59+433.807	59+558.807	775	199.045	125.000	125.000	311.247	5.0%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	3.7%	5.7%
56	59+851.465	59+976.465	60+630.551	60+755.551	800	654.086	125.000	125.000	316.228	5.0%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	3.6%	5.6%
57		61+544.571	62+274.977		1800	730.406	0.000	0.000	0.000	2.5%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	error	error	error	error	1.6%	2.5%
58	62+595.889	62+690.889	63+231.700	63+326.700	1200	540.811	95.000	95.000	337.639	3.7%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	2.4%	3.7%
59	63+723.236	63+818.236	64+155.012	64+250.012	1200	336.776	95.000	95.000	337.639	3.7%	OK	OK	OK	OK	Required	Required	OK	OK	OK	OK	2.4%	3.7%
60		64+829.111	65+057.580		500	228.469	0.000	0.000	0.000	5.0%	OK	error	OK	OK	Required	Required	error	error	error	error	5.7%	8.9%

出典: 調査団

表 2.1.1 で適用されている 2 基準（IRC）の規定値を表 2.1.2 に整理する。

表 2.1.2　　IRCs に記載の必要事項

幾何構造項目	設計速度	規定値	参照資料
最小曲線半径 R	80 km/h	R> 265 m	IRC 86-1983
	100 km/h	R>700 m (desirable)	IRC Expressway
曲線長 L	80 km/h	L>140 m	IRC Expressway
	100 km/h	L>170 m	IRC Expressway
緩和曲線の省略	80 km/h	R>2000 m	IRC Expressway
	100 km/h	R>3000 m	IRC Expressway
緩和曲線長 Ls	80 km/h	$Ls>\frac{0.0215V^3}{CR}$ V: Design speed R: Radius of circular curve $C=\frac{80}{75+V}$	IRC 86-1983
	100 km/h		IRC Expressway
クロソイドのパラメータ	80 km/h	A>180	JRSO
	100 km/h	A>250	JRSO

出典: 調査団

(2)　結論

協議の結果、BPRR 本線の設計速度を 80km/h に統一することが合意された。

2.1.3　平面線形

2.1.3.1 曲線長

(1)　DPR に対する助言および提言

IRC86-1983 では、曲線長の最小値について規定していないことから、IRC-Guidelines for Expressways を参照した。IRC-Guidelines for Expressways に規定されている最小曲線長は設計速度 80km/h で 140m である。この値は、ハンドル操作に困難を感じさせずに、曲線区間を走行するための通過時間を 6 秒として計算された値である。曲線長の最小値は、緩和曲線長を含まない単曲線のみの数値となっている。

表 2.1.3 は必要な最小曲線長を確保されていないため、修正が必要と考えられる区間を示している。

表 2.1.3　　修正を要する曲線区間

ID	測点	半径	DPR での曲線長	最小曲線長
1	0+160	2500 m	23 m	140 m 曲線部の通過時間を 6 秒と設定
26	27+400	3000 m	125 m	
29	29+750	1327 m	114 m	
33	32+550	2000 m	118 m	
34	33+250	2000 m	83 m	
42	41+450	4000 m	112 m	

出典: 調査団

(2) 結論

提案した曲線区間の修正について合意された。調査団は、修正例を Appendix1-A に示すとともに表 2.1.4 に詳細設計時に反映すべき修正事項の詳細を述べる。

修正事項については、詳細設計の段階で反映されることで合意された。

表 2.1.4 平面曲線長に関する要修正事項

	Chainage				Circle		Spiral			Modification Details
					R	L(Lc+Ls)	Omit Spiral	Ls1	A1	
	BS	BC	EC	ES	IRC 86 V=80 km/h	IRC-E V=80 km/h	IRC-E V=80 km/h	IRC 86 V=80 km/h	JRSO V=80 km/h	
1		0+151.792	0+175.115		OK	error	Omit			Radius=16000 m Length of Curve=140 m
26		27+335.965	27+461.488		OK	error	Omit			Radius=3500 m Length of Curve=140 m
29		29+694.977	29+809.148		OK	error	Required	error	error	Add spiral before and after the curve. Spiral length=70 m Radius=1000 m Length of Curve=86 m A=300
33		32+479.798	32+598.286		OK	error	Omit			Radius=3500 m Length of Curve=140 m
34		33+227.481	33+310.650		OK	error	Omit			Radius=3500 m Length of Curve=140 m
42		41+382.823	41+495.057		OK	error	Omit			Radius=3500 m Length of Curve=140 m

出典: 調査団

2.1.3.2 緩和曲線

(1) DPR に対する助言および提言

DPR では、緩和曲線の適用方法に関して交通工学的に問題となる区間が多々見うけられた。例えば、測点 1+700 では、半径が 1200m の単曲線の前後に緩和曲線が付与されているのに対して、測点 21+600 では曲線半径が同じ（1200m）にもかかわらず前後に緩和曲線が挿入されていない（直線－円曲線）。

すなわち緩和曲線の適用方法が統一されていない。したがって、以上に挙げた技術的問題点は修正される必要がある。

BPRR 本線は、都市道路に区分されているが、線形上は準高速道路規格であり設計速度である 80km/h を越えての走行が予見される。したがって、交通安全の観点からも緩和曲線は適切に挿入される必要がある。

高速道路設計基準である IRC- Guidelines for Expressways では、曲線半径が 2000m 以下の単曲線では、緩和曲線を前後に挿入することが規定されている。

表 2.1.5 緩和曲線の挿入が必要な曲線部

ID	測点	半径	緩和曲線の最小曲線長
2	1+100	1800 m	70 m （ハンドル操作上で無理のない走行時間である 3 秒間を考慮）
11	10+600	1800 m	
20	21+600	1200 m	
25	26+450	1400 m	
29	29+750	1327 m	
57	61+900	1800 m	
60	64+900	500 m	

出典: 調査団

(2) 結論

曲線半径が 2000m 以下の曲線部について、緩和曲線が挿入されていない箇所を修正することが合意された。調査団は、修正例を Appendix 1-B に示し修正事項を表 2.1.6 に示す。必要な修正事項については、詳細設計で反映される必要がある。

表 2.1.6　　緩和曲線に関する要修正事項

	Chainage				Circle		Spiral			Modification Details
					R	L(Lc+Ls)	Omit Spiral	Ls1	A1	
	BS	BC	EC	ES	IRC 86 V=80 km/h	IRC-E V=80 km/h	IRC-E V=80 km/h	IRC 86 V=80 km/h	JRSO V=80 km/h	
2		0+980.475	1+257.060		OK	OK	Required	error	error	Radius=2000 m Length of Curve=307.2 m
11		10+494.314	10+747.295		OK	OK	Required	error	error	Radius=2000 m Length of Curve=280 m
20		21+446.283	21+724.530		OK	OK	Required	error	error	Add spiral before and after the curve. Spiral length=95 m Radius=750 m Length of Curve=157.392 m A=343.57
25		26+356.361	26+576.870		OK	OK	Required	error	error	Add spiral before and after the curve. Spiral length=70 m Radius=720 m Length of Curve=80.51 m A=240.76
29		29+694.977	29+809.148		OK	error	Required	error	error	Add spiral before and after the curve. Spiral length=70 m Radius=1000 m Length of Curve=86 m A=300
57		61+544.571	62+274.977		OK	OK	Required	error	error	Radius=2000 m Length of Curve=810.5 m
60		64+829.111	65+057.580		OK	OK	Required	error	error	Add spiral before and after the curve. Spiral length=70 m Radius=500 m Length of Curve=80 m A=200

出典: 調査団

2.1.4 片勾配

(1) DPR に対する助言および提言

DPR では曲線部での片勾配を最大 5%と設定している。調査団は、BPRR 本線全区間の曲線部に対して必要な片勾配値を算出した。結果、片勾配が 5%を超える箇所は、以下表 2.1.7 に示す 4 か所のみであることが確認された。

表 2.1.7 DPR に記載の 5%を超える片勾配の箇所

ID	測点	曲線半径	計算された片勾配
6	3+500	560 m	5.1%
23	25+600	480 m	5.9%
38	36+350	480 m	5.9%
60	65+000	500 m	5.7%

出典: 調査団

IRC 86-1983 では、片勾配の値について 4%の望ましい値から 7%の特例値まで許容している。IRC 86-1983 では、交差点における停止等、都市道路の性格を考慮しながら 4%を推奨していると考えられる。BPRR 本線は準高速道路でありアクセス制限されていることから、片勾配の値は 80km/h の設計速度で安全に高速走行できる値を採用することが適切である。

したがって、調査団は DPR で述べられている片勾配の最大値 5%の廃止を推奨する。

(2) 結論

片勾配の最大値に関する設定を解除することで合意された。なお、表 2.1.7 で算定されている片勾配値は AASHTO の都市幹線道路基準（6%）を超過するものでもないことから、交通安全上も問題はないと考える。

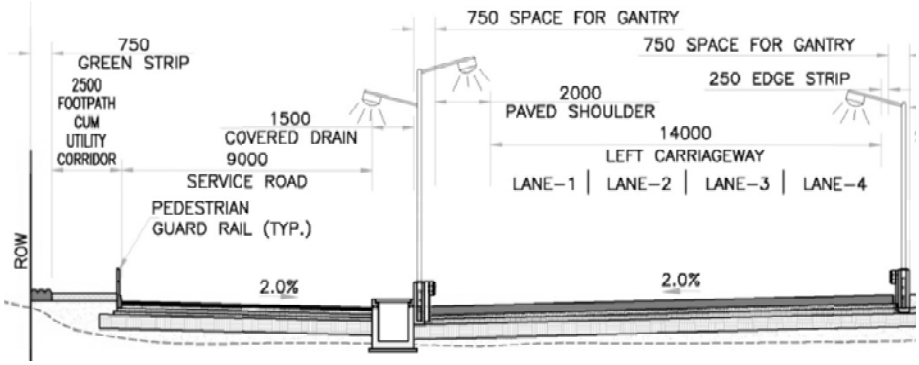
2.1.5 横断面

2.1.5.1 概要

(1) DPR に対する助言および提言

2012 年から 2013 年に行われた調査団によるレビュー（Draft DPR に対するレビュー）によると、BPRR 本線に対して適切な路肩幅員を採用することが合意されている。図 2.1.1 は更新された DPR 図面集の標準横断図である。Draft DPR からの主な修正点は以下となっている。

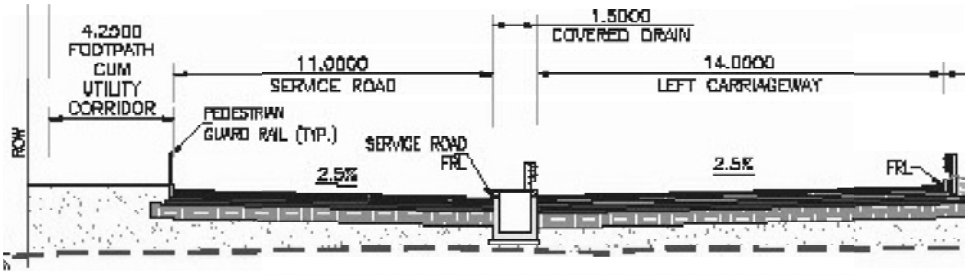
- 車道左側に 2.0m の路肩の設置
- 車道右側に側帯として 0.25m を設置
- 車道右側、左側にガントリー設備のため 0.75m の幅員を確保
- 上記を確保するために、サービス道路の車道・歩道幅員を削減



出典: Final DPR, 2014

図 2.1.1 Final DPR での横断図

しかしながら、DPR 報告書や DPR ジャンクション図面においては依然として路肩無しの横断図が散見された。



出典: Final DPR, 2014

図 2.1.2 Draft DPR にあった修正前の横断図

調査団は、BDA と STUP に合意がなされた標準横断図のみを使用して詳細設計を行うよう提言した。

(2) 結論

更新された横断構成のみを詳細設計において使用することが合意された。

2.1.5.2 BPRR 本線の車線幅員

(1) DPR に対する助言および提言

BPRR の車線幅員は、IRC 86-1983 によると 3.5m となっている。参考として、高速道路の車道幅員は平地部や丘陵地部で 3.75m となっており、3.5m の幅員は山地部のみでの値と規定されている。

(2) 結論

BPRR の 3.5m の幅員は、IRC 86-1983 に記載されている都市道路の基準に基づいて、決定されていることが確認された。

2.1.5.3 路肩と側帯幅

(1) DPR に対する助言および提言

前述のように、BPRR は都市道路として設計されている。路肩の必要性については、IRC 86-1983 には記載されていない。路肩に関しては、BPRR が準高速道路という幾何条件のもとで 80km/h の設計速度が設定されていることから、2012 年から 2013 年にかけて DULT、BDA、STUP と JICA でその必要性について合意がなされ、BPRR 本線の側帯は IRC-Guidelines をもとに最終化がなされた。表 2.1.8 は、IRC-Guidelines に定められた側帯の幅員に関する必要な基準値である。

表 2.1.8　　IRC-Guidelines に記載された路肩幅員

地形条件	側 帯 幅 員	
	車道左側（外側）	車道右側（内側）
平地	0.5 m	0.75 m
丘陵地	0.5 m	0.75 m

出典: IRC-Guidelines for Expressways, 2010

IRC-Guidelines によると、側帯（edge strip）について以下のように規定されている。

ここでいう側帯は路肩とは区分されておらず、側帯と路肩は同一定義と理解される。

"edge strips should provide lateral support to the carriageway properly and will also accommodate the edge markings and edge strip shall be provided so as to enhance the delineation effect to drivers and to constitute a part of lateral clearance for the safety of vehicles".（側帯は車道の側方余裕確保の観点から適切に設置されなければならない。側帯は路面表示のための空間にも供され、運転者からの車道縁部視認を容易にし交通安全に寄与するものである。）

Final DPR では、側帯の幅員は 0.25m しか確保されておらず、表 2.1.8 に記載されている必要事項を満たしていない。調査団は、車道右側に対して 0.75m の側帯の幅員を確保することを推奨する。表 2.1.9 では IRC-Expressway に定められた必要な道路左側の路肩（shoulder）幅員を示す。

表 2.1.9　　IRC-Guidelines に記載の路肩幅員

地形条件	路肩幅員
Plain	3.0 m
Rolling	3.0 m

出典: Guidelines for Expressways, IRC, 2010

土地収用の制約により BPRR では上記の幅員を確保することが困難である。しかし、IRC-Guidelines にて規定されている道路左側路肩に関する考え方では、可能な限り技術的に現実性のある数値を設定することが述べられている。

IRC-Guidelines は、路肩の設置に関して以下の重要な機能を述べている。

i)　故障車が本線車道から退避できるので、事故と交通の混乱を防止する。

ii)　ランプを利用するか、サービスエリアを利用するか、その他の理由で行き先を迷っている車両のための停車帯として機能する。

iii)　事故を防止し、交通の安全性を担保する。

iv)　路肩を設置することで生じる側方余裕幅は運転操作上での快適性に寄与する。

v)　特に切土部等では曲線部の視距が増大するため、交通の安全性が高まる。

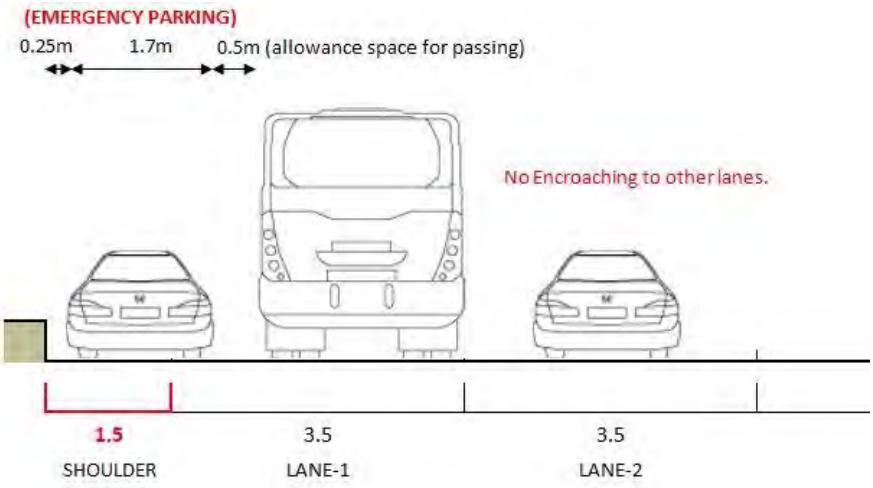
vi)　維持作業を行うスペースとなる。

以上のことから、調査団は AASHTO など他の先進国の基準にも見られる半路肩の導入を提案し、BPRR の道路左側路肩として 1.5m の半路肩を推奨する。

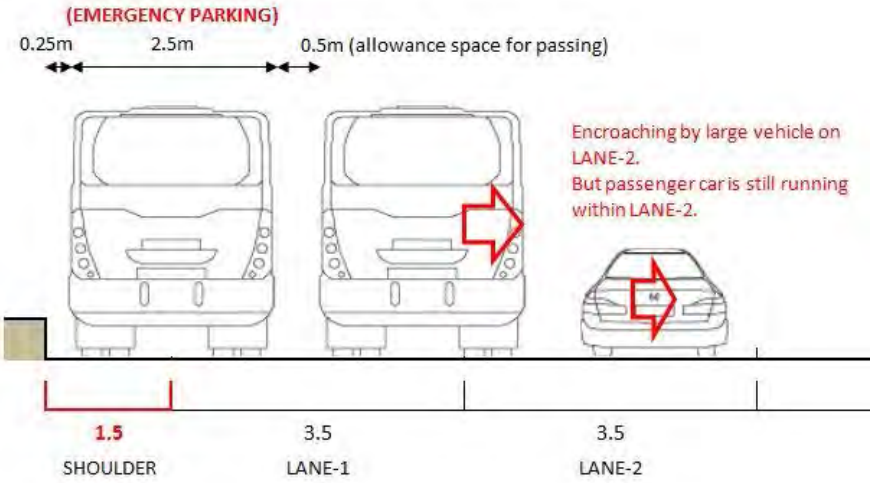
> Although it is desirable that a shoulder be wide enough for a vehicle to be driven completely off the traveled way, narrower shoulders are better than none at all. For example, when a vehicle making an emergency stop can pull over onto a narrow shoulder such that it occupies only 0.3 to 1.2 m [1 to 4 ft] of the traveled way, the remaining traveled way width can be used by passing vehicles. Partial shoulders are sometimes used where full shoulders are unduly costly, such as on long (over 60 m [200 ft]) bridges or in mountainous terrain.

出典: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO

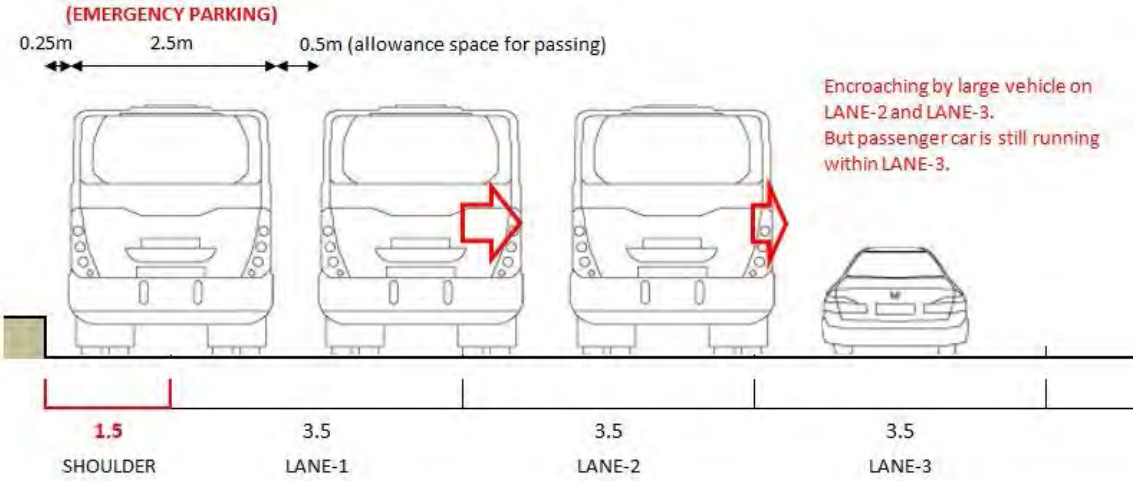
調査団による提案を図 2.1.3 に示す。調査団は、左側路肩を 1.5m の半路肩として計画することを提案した。図 2.1.4 は DPR の標準断面を示す。



（CASE-1: 左側路肩に普通自動車が緊急停止した場合）



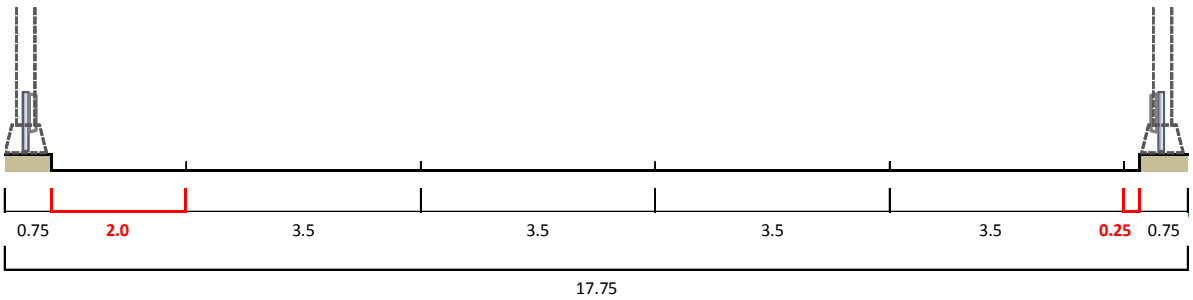
（CASE-2: 左側路肩に大型車両が緊急停止した場合）



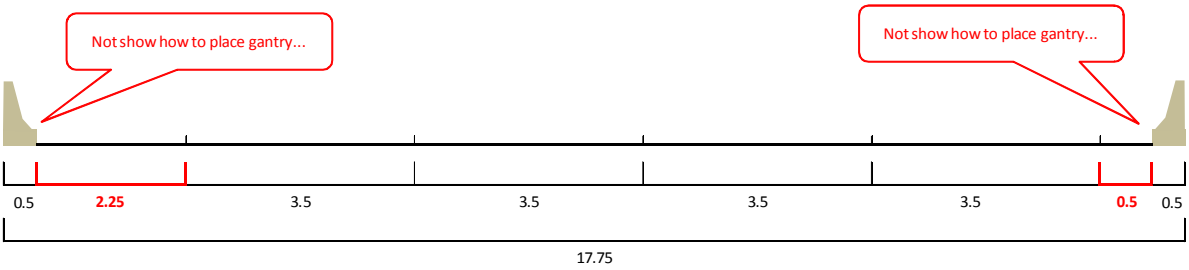
（CASE-2: 左側路肩に大型車両が緊急停止した場合）

出典: 調査団

図 2.1.3　　BPRR 提案する半路肩の考え方



（地表面部分の断面図）

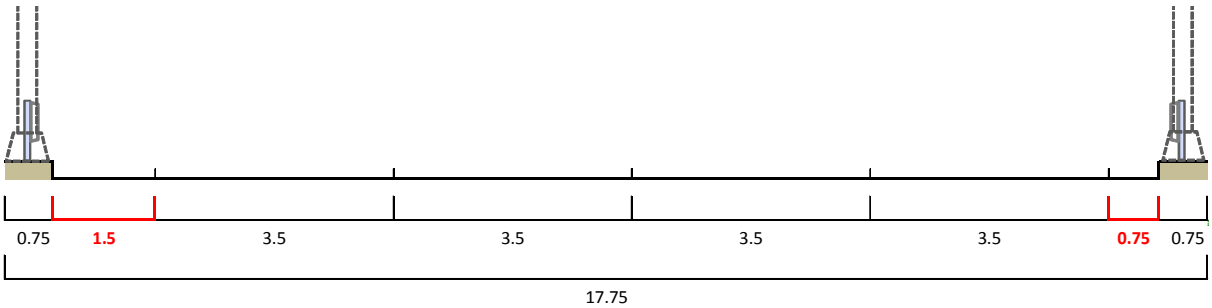


（高架部分の断面図）

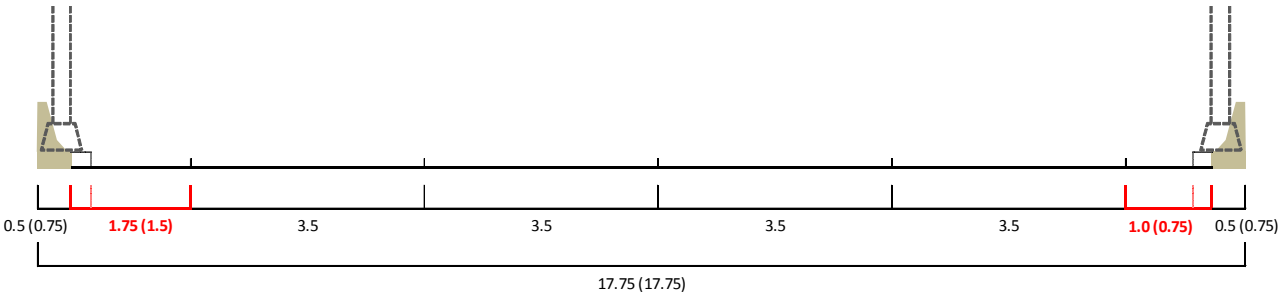
出典: Draft DPR

図 2.1.4　　BPRR 本線での断面図(調査団による提案)

調査団は図 2.1.5 に示す道路横断構成を提案する。



(Cross Section of At-grade Section)　（地表面部分の断面図）



Note: Figure in parentheses shows the width with gantry pole for ITS.

（高架部分の断面図）

出典: 調査団

図 2.1.5　　BPRR 本線での断面図(Draft DPR)

(2)　結論

BPRR 本線の左側路肩の幅員の最小値 2.0m、側帯の幅員の最小値 0.5m は、IRC SP 99-2013 をもとに決定されている。したがって本決定は基本的に変更せず、ITS のためのガントリー設備を設置する部分のみ 0.25m の側帯を適用する。

2.1.5.4 BPRR 本線の横断勾配

(1)　DPR に対する助言および提言

DPR では、舗装種別をアスファルト舗装から剛性舗装に変更したことにより、横断勾配が 2.5%から 2.0%に変更されている。しかしながら、DPR 本文では 2.0%と記載されているが、DPR 図面集では 2.5%と記載されており矛盾がみられたことを確認した。

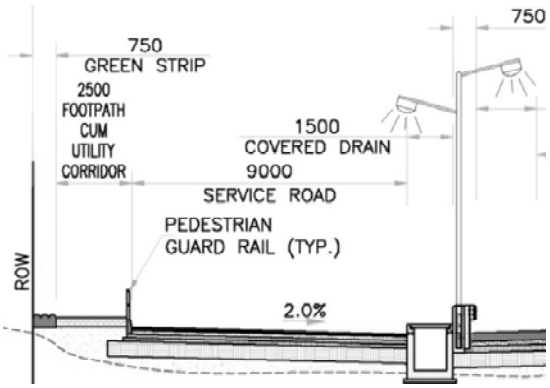
(2)　結論

BPRR の標準的な横断勾配は、剛性舗装を用いることを考慮し 2.0%の横断勾配を適用することで合意した。

2.1.5.5 サービス道路の横断図

(1)　DPR に対する助言および提言

図 2.1.6 は、DPR に記載されているサービス道路の横断図を示しているが、サービス道路の車線数が明示されていない。



出典: Final DPR, 2014

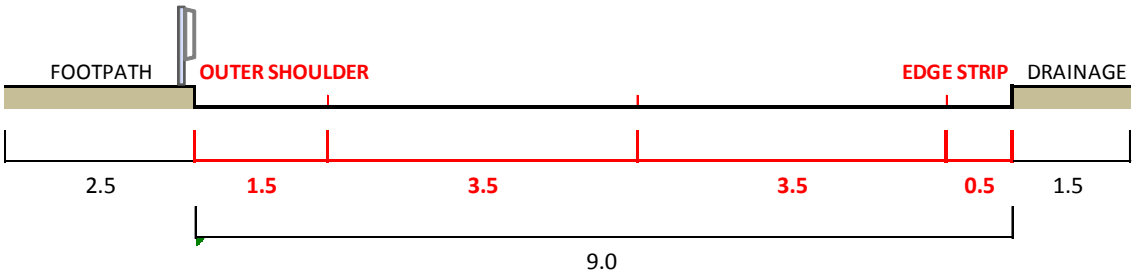
図 2.1.6　　Final DPR でのサービス道路の横断図

IRC 86-1983 によると、3 車線道路の所要車道幅員は 10.5m と規定されている。したがって、BPRR の 9.0m の車道幅員では 2 車線しか確保することができない。

図 2.1.7 は DPR で示されているサービス道路の横断図である。これに対して、調査団は図 2.1.8 に示す車線配置を提案した。

出典: Draft DPR

図 2.1.7　　BPRR 本線の断面図(Draft DPR)



出典: 調査団

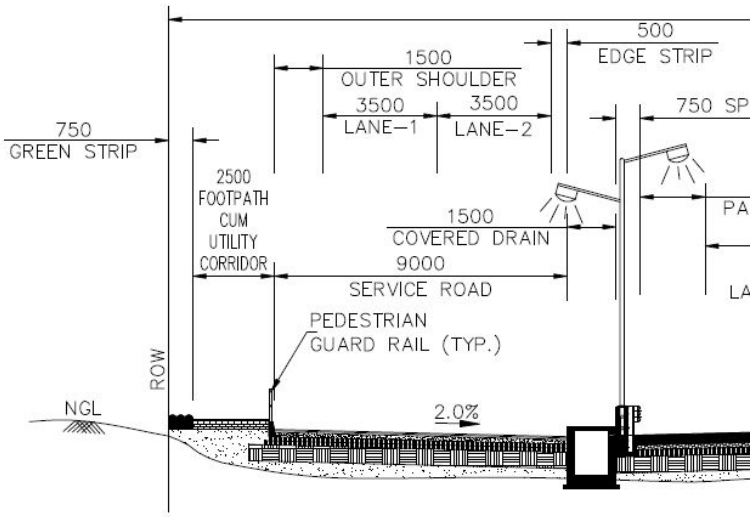
図 2.1.8　　BPRR サービス道路の断面図(提案)

(2)　結論

現状の車道幅員 W=9.0m は、75m の用地制約のなかで BPRR 本線等との兼ね合いにより決定されたことが確認された。

図 2.1.9 に示すような広幅員路肩（＝停車帯）を確保し、サービス道路の車線数を 2 車線として計画することとする。

車線配分に関する最終決定は、詳細設計段階で最終決定されることが確認された。



出典: 調査団

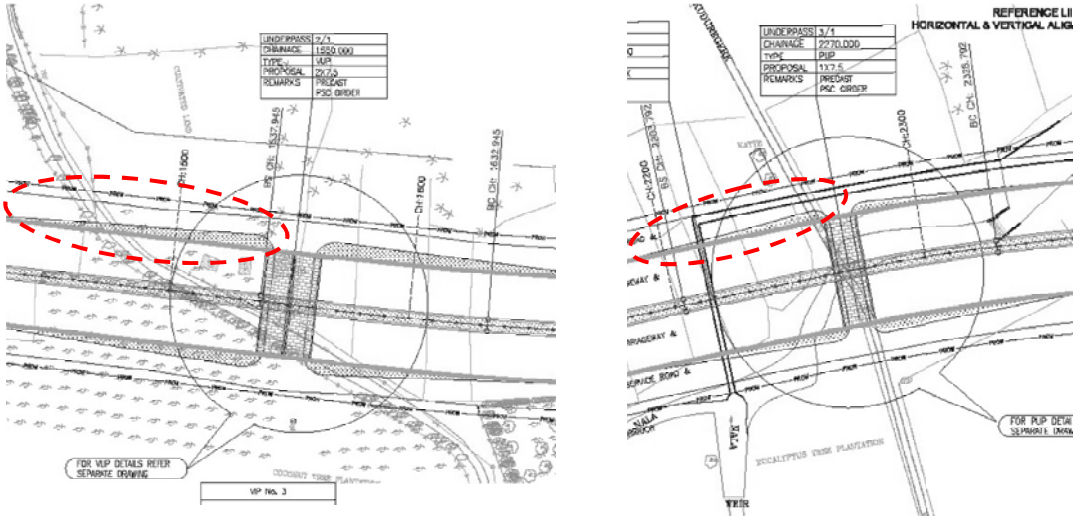
図 2.1.9　　サービス道路の断面図

2.1.6　サービス道路上にある横断面でのボトルネック

(1)　DPR に対する助言および提言

DPR 図面集では、サービス道路の車道幅員は VUP や PUP の出入り口に近づくにつれて狭くなっている。

図 2.1.10 は交差点に向けて徐々に車道幅員が狭くなっているサービス道路を示している。



(Bottleneck for VUP)　　(Bottleneck for PUP)

出典: Final DPR

図 2.1.10　　車道のボトルネック

狭くなった車道は、交通上の隘路となることから、車道は通常の幅員である 9.0m に維持するべきである。上図のような交差点では隘路による交通停滞に加えて、右折車両との軋轢により渋滞を招く可能性が極めて高い。

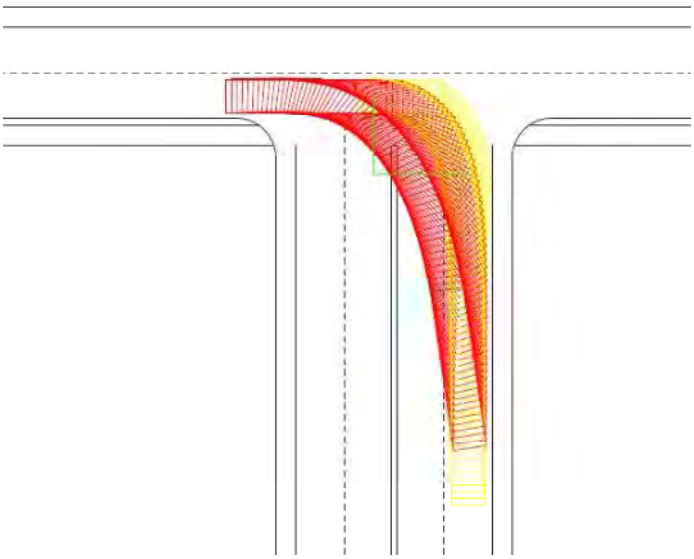
また、本線下のボックスカルバートの幅員は、車両による最小の旋回運動ができないような図面となっているため拡幅することが望ましい。

(2)　結論

調査団は、有償勘定技術支援調査時に視距を確保することや出入り口付近で道路が狭くなることを防ぐために、詳細設計段階で出入り口では VUP で 6m x6m、PUP で 3mx3m にアンダーパスを拡幅することについて確認した。

サービス道路のボトルネックは排除され、詳細設計時に BPRR 沿いの開発が進むことを想定した上で、選定された VUP と VOP では大型車両の旋回運動を考慮した設計とすることを確認した。

調査団は、図 2.1.11 に示すように大型車両の軌跡図を考慮しても、DPR での計画に与える影響は少ないことを確認した。Chapter 3.3 にてボックスカルバートの構造について詳述している。重量車両による回転半径を考慮したボックスカルバートの計画を、詳細設計では行う必要がある。



出典: 調査団

図 2.1.11　　VUP での車両軌跡図

2.1.7　縦断線形

2.1.7.1 縦断勾配

(1)　DPR に対する助言および提言

DPR では、最急縦断勾配を 3.33%に制限している。IRC SP 23-1993 によると、路面排水を考慮し、縦断方向に排水設備が設置されている場合には最小縦断勾配を 0.3%に設定している。しかし、DPR には最小縦断勾配については記載されておらず 0.3%を下回る勾配が多々配置されている。

調査団は、IRC 86-1983 と IRC SP 23-1993 をもとに DPR 図面集の縦断線形をレビューした。IRC 86-1983 は縦断方向に排水設備が設置されている場合には最小縦断勾配を 0.3%とし、最大縦断勾配を 4.0%と規定している。

調査団は、表 2.1.10 にて示すように多くの箇所で必要な最小縦断勾配を満たしていないことを確認した。縦断線形の修正が必要な箇所数は、最小縦断勾配を満たしていない箇所が 19 箇所、最大縦断勾配を超えている箇所が 8 箇所確認された。

したがって、調査団は最小縦断勾配を 0.3%とし、最大縦断勾配を IRC 86-1983 の基準に合わせて 4.0%とすることを提案する。

表 2.1.10　　BPRR 本線の縦断勾配のレビュー結果（一部のみ記載）

	Elements on DPR													Check			
	Tangent 1		VCR				Tangent 2		Gradient			Tangent		Gradient (max)		Gradient (min)	Gradient (min)
			Start		End									IRC 86	IRC-sp23	IRC 86 (desirable)	IRC 86 (absolute)
	Ch.	Elev	Ch.	Elev	Ch.	Elev	Ch.	Elev	i1	i2	i1-i2	L1	L2	(i1<4%)	(i1<3.3%)	(i1>0.5%)	(i1>0.3%)
1	0+100.000	859.528	0+470.000	850.045	0+570.000	849.885	1+400.000	868.504	-2.563%	2.243%	4.806%	370	830	OK	OK	OK	OK
2	0+570.000	849.885	1+400.000	868.504	1+700.000	868.876	2+165.000	859.597	2.243%	-1.995%	-4.239%	830	465	OK	OK	OK	OK
3	1+700.000	868.876	2+165.000	859.597	2+265.000	858.676	2+339.898	858.790	-1.995%	0.152%	2.148%	465	75	OK	OK	OK	OK
4	2+265.000	858.676	2+339.898	858.790	2+439.898	860.142	2+700.000	866.775	0.152%	2.550%	2.398%	75	260	OK	OK	error	error
5	2+439.898	860.142	2+700.000	866.775	3+000.000	871.282	3+079.087	871.642	2.550%	0.455%	-2.095%	260	79	OK	OK	OK	OK
6	3+000.000	871.282	3+079.087	871.642	3+179.087	872.301	3+510.000	875.161	0.455%	0.864%	0.409%	79	331	OK	OK	error	OK
7	3+179.087	872.301	3+510.000	875.161	3+610.000	875.495	4+245.000	874.253	0.864%	-0.196%	-1.060%	331	635	OK	OK	OK	OK
8	3+610.000	875.495	4+245.000	874.253	4+345.000	872.473	4+416.000	870.086	-0.196%	-3.362%	-3.166%	635	71	OK	OK	error	error
9	4+345.000	872.473	4+416.000	870.086	4+516.000	867.830	4+711.214	865.588	-3.362%	-1.148%	2.213%	71	195	OK	error	OK	OK
10	4+516.000	867.830	4+711.214	865.588	4+811.214	865.173	5+650.000	867.841	-1.148%	0.318%	1.467%	195	839	OK	OK	OK	OK
11	4+811.214	865.173	5+650.000	867.841	5+750.000	867.208	5+822.574	866.058	0.318%	-1.585%	-1.903%	839	73	OK	OK	error	OK
12	5+750.000	867.208	5+822.574	866.058	5+922.574	866.636	6+600.000	885.191	-1.585%	2.739%	4.324%	73	677	OK	OK	OK	OK
13	5+922.574	866.636	6+600.000	885.191	6+900.000	886.816	7+099.992	883.503	2.739%	-1.657%	-4.396%	677	200	OK	OK	OK	OK
14	6+900.000	886.816	7+099.992	883.503	7+199.992	882.319	7+413.975	880.795	-1.657%	-0.712%	0.944%	200	214	OK	OK	OK	OK
15	7+199.992	882.319	7+413.975	880.795	7+513.975	881.610	7+696.355	885.891	-0.712%	2.347%	3.060%	214	182	OK	OK	OK	OK
16	7+513.975	881.610	7+696.355	885.891	7+796.355	889.022	8+046.072	898.799	2.347%	3.915%	1.568%	182	250	OK	OK	OK	OK
17	7+796.355	889.022	8+046.072	898.799	8+246.072	899.558	8+602.202	888.321	3.915%	-3.155%	-7.071%	250	356	OK	error	OK	OK
18	8+246.072	899.558	8+602.202	888.321	8+752.202	887.239	8+760.000	887.323	-3.155%	1.077%	4.233%	356	8	OK	OK	OK	OK
19	8+752.202	887.239	8+760.000	887.323	8+960.000	885.538	9+110.000	880.216	1.077%	-3.548%	-4.625%	8	150	OK	OK	OK	OK
20	8+960.000	885.538	9+110.000	880.216	9+210.000	879.541	9+690.799	890.111	-3.548%	2.198%	5.746%	150	481	OK	error	OK	OK
21	9+210.000	879.541	9+690.799	890.111	9+890.799	889.063	9+919.287	888.138	2.198%	-3.247%	-5.445%	481	28	OK	OK	OK	OK
22	9+890.799	889.063	9+919.287	888.138	10+019.287	886.820	10+288.757	888.464	-3.247%	0.610%	3.857%	28	269	OK	OK	OK	OK
23	10+019.287	886.820	10+288.757	888.464	10+388.757	889.895	10+560.000	893.749	0.610%	2.251%	1.641%	269	171	OK	OK	OK	OK
24	10+388.757	889.895	10+560.000	893.749	10+760.000	898.641	11+128.000	908.359	2.251%	2.641%	0.390%	171	368	OK	OK	OK	OK
25	10+760.000	898.641	11+128.000	908.359	11+328.000	908.784	11+368.239	907.893	2.641%	-2.214%	-4.855%	368	40	OK	OK	OK	OK
26	11+328.000	908.784	11+368.239	907.893	11+518.239	908.535	11+735.000	915.193	-2.214%	3.072%	5.286%	40	217	OK	OK	OK	OK
27	11+518.239	908.535	11+735.000	915.193	12+035.000	922.749	12+435.000	930.612	3.072%	1.966%	-1.106%	217	400	OK	OK	OK	OK
28	12+035.000	922.749	12+435.000	930.612	12+635.000	930.278	12+864.224	925.005	1.966%	-2.300%	-4.266%	400	229	OK	OK	OK	OK
29	12+635.000	930.278	12+864.224	925.005	12+964.224	923.838	13+965.914	923.504	-2.300%	-0.033%	2.267%	229	1002	OK	OK	OK	OK
30	12+964.224	923.838	13+965.914	923.504	14+125.914	920.773	14+230.000	917.254	-0.033%	-3.381%	-3.348%	1002	104	OK	OK	error	error
31	14+125.914	920.773	14+230.000	917.254	14+390.000	913.480	15+570.000	897.694	-3.381%	-1.338%	2.043%	104	1180	OK	error	OK	OK
32	14+390.000	913.480	15+570.000	897.694	15+730.000	895.196	16+100.000	888.594	-1.338%	-1.784%	-0.447%	1180	370	OK	OK	OK	OK
33	15+730.000	895.196	16+100.000	888.594	16+260.000	889.845	16+505.000	898.050	-1.784%	3.349%	5.133%	370	245	OK	OK	OK	OK
34	16+260.000	889.845	16+505.000	898.050	16+665.000	901.752	17+260.000	909.361	3.349%	1.279%	-2.070%	245	595	OK	error	OK	OK
35	16+665.000	901.752	17+260.000	909.361	17+360.000	908.663	17+695.000	899.702	1.279%	-2.675%	-3.954%	595	335	OK	OK	OK	OK
36	17+360.000	908.663	17+695.000	899.702	17+795.000	899.371	18+296.223	909.455	-2.675%	2.012%	4.687%	335	501	OK	OK	OK	OK
37	17+795.000	899.371	18+296.223	909.455	18+496.223	909.472	18+520.000	908.998	2.012%	-1.994%	-4.005%	501	24	OK	OK	OK	OK

出典: 調査団

(2) 結論

IRC 86-1983 に準拠して最小縦断勾配 0.3%、最急縦断勾配 4.0%を適用することが合意された。

BDA は、鉄道の跨線区間では、鉄道事業者との協議に基づき最急 2.5%の縦断勾配で設計することが決定していると説明した。理由は、１）サービス道路を含む新設跨線道路は立体交差とすべし、２）サービス道路は NMT（非自動車交通）の利用を考慮して緩勾配とすべし、とのことである。表 2.1.11 に修正を要する勾配を示す。

表 2.1.11　　各縦断勾配に対する要修正事項

Start		End		Gradient	Amendment
Chainage	Elevation	Chainage	Elevation		
2+265.000	858.676	2+339.898	858.790	0.152%	Gradient revise to be 0.3%
4+312.000	873.401	4+416.000	869.976	-3.293%	Gradient revise to be 2.5%
21+420.472	915.189	21+520.826	915.230	0.041%	Gradient revise to be 0.3%
27+520.076	899.614	27+980.000	900.753	0.248%	Gradient revise to be 0.3%
32+105.000	870.945	33+200.391	870.647	-0.027%	Gradient revise to be -0.3% from CH:32+105 to CH:32+480 and 0.3% from CH:32+480 to CH:33+200 Add new VIP at CH:32+480
41+707.891	856.590	42+391.026	856.586	-0.001%	Gradient revise to be -0.3% from CH:41+707 to CH:42+050 and 0.3% from CH:42+050 to CH:42+391 Add new VIP at CH:42+050
44+700.000	856.386	45+078.192	856.625	0.063%	Gradient revise to be 0.3%
45+701.335	859.384	46+468.807	858.171	-0.158%	Gradient revise to be -0.3% from CH:45+701 to CH:46+055 and 0.3% from CH:46+055 to CH:46+468 Add new VIP at CH:46+055
47+247.186	856.010	47+455.000	856.125	0.055%	Gradient revise to be 0.3%
49+383.762	875.454	48+093.015	874.708	0.058%	VIP moves to 49+430. Gradient revise to be -0.3%
60+240.000	895.791	63+629.621	890.641	-0.152%	Gradient revise to be -0.3%
64+720.000	915.100	65+290.911	915.100	0.000%	Gradient revise to be 0.3%

出典: 調査団

2.1.7.2 縦断曲線

(1) DPR に対する助言および提言

DPR では、縦断曲線の最小曲線長を 100m としている。DPR 図面集でも、すべての縦断曲線は 100m 以上で設計されている。しかし、制動停止視距を確保するために、調査団は IRC SP 23-1993 に規定されている以下算定式に基づいて縦断曲線の長さを決定することを提案した。

凸型曲線

1) 縦断曲線長が視距よりも長い場合

$$L = \frac{NS^2}{4.4}$$

S = 制動停止視距（80km/h では 120 m）
N = 縦断勾配の代数差の絶対値

2) 縦断曲線長が視距よりも短い場合

$$L = 2S - \frac{4.4}{N}$$

凹型曲線

1) 縦断曲線長が視距よりも長い場合

$$L = \frac{NS^2}{1.5 + 0.035S}$$

2) 縦断曲線長が視距よりも短い場合

$$L = 2S - \frac{1.50 + 0.035S}{N}$$

調査団は、上記算定式をもとに DPR 図面集をレビューした。調査団は表 2.1.12 に示すように多くの箇所において、縦断曲線長が基準を満たしていないことを確認した。

表 2.1.12　　BPRR 本線の縦断曲線のレビュー結果

	Elements on DPR													Check				
	Tangent 1		VCR				Tangent 2		Gradient			Tangent		VCR				
			Start		End									Min. L	Stopping Sight Distance			
														IRC 86	Required L by IRC 86		Check	
	Ch.	Elev	Ch.	Elev	Ch.	Elev	Ch.	Elev	i1	i2	i1-i2	L1	L2	(L>50m)	Summit VCR	Valley VCR	Summit VCR	Valley VCR
1	0+100.000	859.528	0+470.000	850.045	0+570.000	849.885	1+400.000	868.504	-2.563%	2.243%	4.806%	370	830	OK	-	121.404	-	error
2	0+570.000	849.885	1+400.000	868.504	1+700.000	868.876	2+165.000	859.597	2.243%	-1.995%	-4.239%	830	465	OK	138.722	-	OK	-
3	1+700.000	868.876	2+165.000	859.597	2+265.000	858.676	2+339.898	858.790	-1.995%	0.152%	2.148%	465	75	OK	-	-25.401	-	OK
4	2+265.000	858.676	2+339.898	858.790	2+439.898	860.142	2+700.000	866.775	0.152%	2.550%	2.398%	75	260	OK	-	2.297	-	OK
5	2+439.898	860.142	2+700.000	866.775	3+000.000	871.282	3+079.087	871.642	2.550%	0.455%	-2.095%	260	79	OK	68.562	-	OK	-
6	3+000.000	871.282	3+079.087	871.642	3+179.087	872.301	3+510.000	875.161	0.455%	0.864%	0.409%	79	331	OK	-	-1153.368	-	OK
7	3+179.087	872.301	3+510.000	875.161	3+610.000	875.495	4+245.000	874.253	0.864%	-0.196%	-1.060%	331	635	OK	-175.147	-	OK	-
8	3+610.000	875.495	4+245.000	874.253	4+345.000	872.473	4+416.000	870.086	-0.196%	-3.362%	-3.166%	635	71	OK	101.040	-	error	-
9	4+345.000	872.473	4+416.000	870.086	4+516.000	867.830	4+711.214	865.588	-3.362%	-1.148%	2.213%	71	195	OK	-	-17.512	-	OK
10	4+516.000	867.830	4+711.214	865.588	4+811.214	865.173	5+650.000	867.841	-1.148%	0.318%	1.467%	195	839	OK	-	-148.664	-	OK
11	4+811.214	865.173	5+650.000	867.841	5+750.000	867.208	5+822.574	866.058	0.318%	-1.585%	-1.903%	839	73	OK	8.746	-	OK	-
12	5+750.000	867.208	5+822.574	866.058	5+922.574	866.636	6+600.000	885.191	-1.585%	2.739%	4.324%	73	677	OK	-	108.166	-	error
13	5+922.574	866.636	6+600.000	885.191	6+900.000	886.816	7+099.992	883.503	2.739%	-1.657%	-4.396%	677	200	OK	143.856	-	OK	-
14	6+900.000	886.816	7+099.992	883.503	7+199.992	882.319	7+413.975	880.795	-1.657%	-0.712%	0.944%	200	214	OK	-	-363.583	-	OK
15	7+199.992	882.319	7+413.975	880.795	7+513.975	881.610	7+696.355	885.891	-0.712%	2.347%	3.060%	214	182	OK	-	53.695	-	OK
16	7+513.975	881.610	7+696.355	885.891	7+796.355	889.022	8+046.072	898.799	2.347%	3.915%	1.568%	182	250	OK	-	-123.535	-	OK
17	7+796.355	889.022	8+046.072	898.799	8+246.072	899.558	8+602.202	888.321	3.915%	-3.155%	-7.071%	250	356	OK	231.400	-	error	-
18	8+246.072	899.558	8+602.202	888.321	8+752.202	887.239	8+760.000	887.323	-3.155%	1.077%	4.233%	356	8	OK	-	106.927	-	OK
19	8+752.202	887.239	8+760.000	887.323	8+960.000	885.538	9+110.000	880.216	1.077%	-3.548%	-4.625%	8	150	OK	151.370	-	OK	-
20	8+960.000	885.538	9+110.000	880.216	9+210.000	879.541	9+690.799	890.111	-3.548%	2.198%	5.746%	150	481	OK	-	140.808	-	error
21	9+210.000	879.541	9+690.799	890.111	9+890.799	889.063	9+919.287	888.138	2.198%	-3.247%	-5.445%	481	28	OK	178.213	-	OK	-
22	9+890.799	889.063	9+919.287	888.138	10+019.287	886.820	10+288.757	888.464	-3.247%	0.610%	3.857%	28	269	OK	-	92.219	-	OK
23	10+019.287	886.820	10+288.757	888.464	10+388.757	889.895	10+560.000	893.749	0.610%	2.251%	1.641%	269	171	OK	-	-107.452	-	OK
24	10+388.757	889.895	10+560.000	893.749	10+760.000	898.641	11+128.000	908.359	2.251%	2.641%	0.390%	171	368	OK	-	9.857	-	OK
25	10+760.000	898.641	11+128.000	908.359	11+328.000	908.784	11+368.239	907.893	2.641%	-2.214%	-4.855%	368	40	OK	158.892	-	OK	-
26	11+328.000	908.784	11+368.239	907.893	11+518.239	908.535	11+735.000	915.193	-2.214%	3.072%	5.286%	40	217	OK	-	133.537	-	OK
27	11+518.239	908.535	11+735.000	915.193	12+035.000	922.749	12+435.000	930.612	3.072%	1.966%	-1.106%	217	400	OK	36.191	-	OK	-
28	12+035.000	922.749	12+435.000	930.612	12+635.000	930.278	12+864.224	925.005	1.966%	-2.300%	-4.266%	400	229	OK	139.618	-	OK	-
29	12+635.000	930.278	12+864.224	925.005	12+964.224	923.838	13+965.914	923.504	-2.300%	-0.033%	2.267%	229	1002	OK	-	-11.431	-	OK
30	12+964.224	923.838	13+965.914	923.504	14+125.914	920.773	14+230.000	917.254	-0.033%	-3.381%	-3.348%	1002	104	OK	109.555	-	OK	-
31	14+125.914	920.773	14+230.000	917.254	14+390.000	913.480	15+570.000	897.694	-3.381%	-1.338%	2.043%	104	1180	OK	-	51.614	-	OK
32	14+390.000	913.480	15+570.000	897.694	15+730.000	895.196	16+100.000	888.594	-1.338%	-1.784%	-0.447%	1180	370	OK	14.614	-	OK	-
33	15+730.000	895.196	16+100.000	888.594	16+260.000	889.845	16+505.000	898.050	-1.784%	3.349%	5.133%	370	245	OK	-	129.683	-	OK
34	16+260.000	889.845	16+505.000	898.050	16+665.000	901.752	17+260.000	909.361	3.349%	1.279%	-2.070%	245	595	OK	67.751	-	OK	-
35	16+665.000	901.752	17+260.000	909.361	17+360.000	908.663	17+695.000	899.702	1.279%	-2.675%	-3.954%	595	335	OK	128.713	-	error	-
36	17+360.000	908.663	17+695.000	899.702	17+795.000	899.371	18+296.223	909.455	-2.675%	2.012%	4.687%	335	501	OK	-	118.382	-	error
37	17+795.000	899.371	18+296.223	909.455	18+496.223	909.472	18+520.000	908.998	2.012%	-1.994%	-4.005%	501	24	OK	131.086	-	OK	-

出典: 調査団

(2)　結論

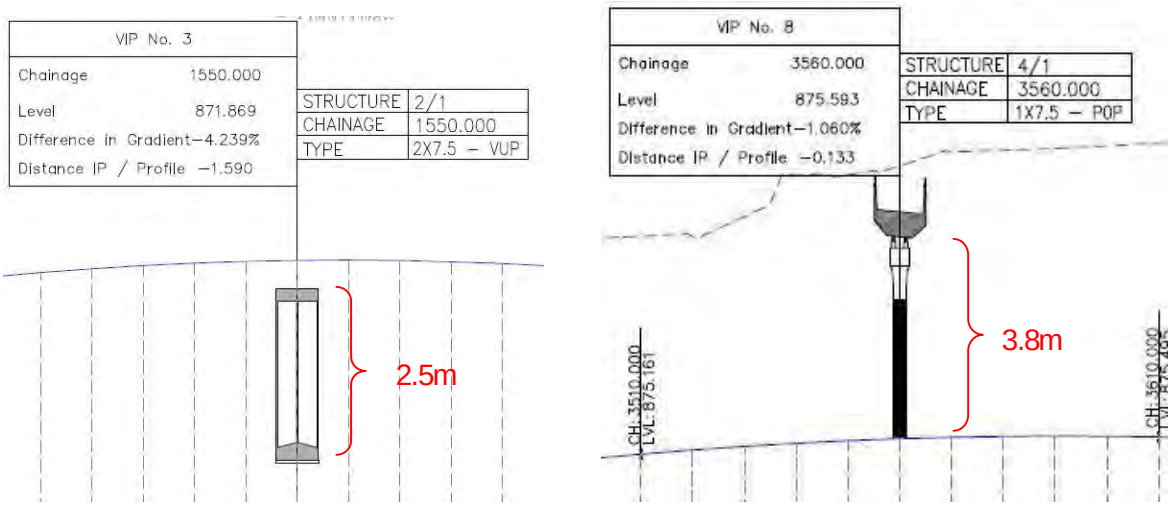
BDA は IRC SP 23-1993 に記載の表 6 をもとに必要な縦断曲線長を算出していることを調査団は確認した。調査団は、上記の表と必要な縦断曲線長の値とで大きな数値の違いがみられなかったことから、縦断曲線長の修正は不要と判断した。

2.1.7.3 交差道路における建築限界

(1)　DPR に対する助言および提言

Final DPR では建築限界として VUP では 5.5m、PUP では 4.5m を確保することになっている。しかし、DPR 図面集の数か所のアンダーパスは、Final DPR に記載されている所要建築限界が確保されていない。

調査団は、表 2.1.13 に示すように複数のアンダーパスで建築限界の基準値を満たしていないことを指摘した。



出典：調査団

図 2.1.12　　VUP/PUP における建築限界の不足例

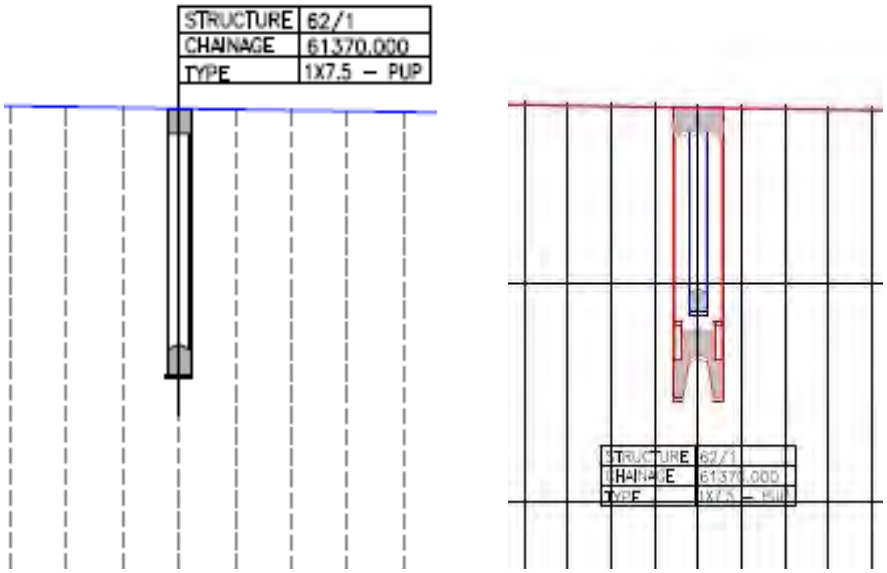
表 2.1.13　　VUP,VOP,PUP,POP の建築限界レビュー結果

測点	構造物タイプ	建築限界 (m)	IRC86-1993の基準値 5.5 m (車道) Final DPRの基準値 4.5 m (歩道)
1+550.000	VUP	2.5	error
2+270.000	PUP	2.1	error
3+560.000	POP	3.8	error
4+950.000	PUP	4.0	error
5+700.000	PUP	3.5	error
6+750.000	VUP	4.5	error
8+860.000	VUP	5.5	OK
10+700.000	VUP	4.4	error
11+700.000	PUP	3.1	error
12+550.000	VUP	4.8	error
14+800.000	POP	3.9	error
15+600.000	POP	4.1	error
17+310.000	VUP	4.4	error
20+269.000	VUP	5.5	OK
21+200.000	PUP	3.0	error
23+400.000	VOP	5.3	error
27+145.000	POP	4.5	error
28+080.000	VUP	4.4	error
29+700.000	VOP	5.5	OK
31+500.000	VUP	5.5	OK
33+620.000	VUP	4.4	error
37+760.000	VOP	3.9	error
41+344.000	PUP	3.7	error
44+382.000	VUP	5.0	error
45+445.000	VUP	4.6	error
49+430.000	POP	2.1	error
50+360.000	VUP	5.0	error
51+430.000	VUP	5.5	OK
54+580.000	POP	3.7	error
61+370.000	PUP	3.5	error
62+900.000	VUP	3.8	error

出典: 調査団

(2) 結論

必要な基準値に基づいて DPR 図面集を修正することが合意された。VUP、VOP、PUP、POP の建築限界の修正に伴い、BPRR 本線の縦断線形変更が必須となる。図 2.1.13 と Appendix 1-C に縦断線形に関する修正例を示す。



出典: 左図: DPR Drawing; 右図: 調査団

図 2.1.13　　ボックスカルバートの修正例

交差道路の建築限界を検討することに加えて、一部区間では BPRR 本線が橋梁やボックスカルバートとして設計されている。これらの区間では、BPRR 本線の建築限界に加えて床版厚や舗装厚についても考慮して設計する必要がある。

調査団は、表 2.1.14 の橋梁計画をもとに必要な建築限界を算出した。BPRR 本線がボックスカルバートとして設計されている箇所では、舗装厚、床版厚、建築限界を考慮して、交差道路面から 6.5m の高さを確保した。

表 2.1.15 は BPRR 本線のボックスカルバート区間を示す。調査団は、上述の項目を考慮した上で、修正例を Appendix 1-C に示した。

表 2.1.14　　現地盤高から BPRR 中心線までの必要高さ

No.	Station	Bridge Category	Location	Cross Object	Width1)	Clearance (under BR) Vertical	Clearance (under BR) Horizontal	Bridge Length2)	Span Arrange.	Girder Height	Width	Superelevation	Slab Thickness	Slab @ haunch	Pevement	Structure Height	Clearance under Bridge	Margin	Required Height of CL from service road
1	KM00+000	Flyover	Main Road	NH-4	2@4m	5.5m	Existing BR	60m	2@30m	2	4	2.0%	0.22	0.27	0.065	2.42	5.5	0.5	8.42
2	KM03+560	POP	Cross Road (Local Road)	Main Road (Underpass)	8.5m	5.5m	Main Road	46.5m	2@23.25m	1.6	8.5	2.0%	0.22	0.27	0.065	2.11	5.5	0.5	8.11
3	KM04+212	ROB, Flyover	Main Road, Service Road	Bangalore-Tumkur Railway Line, SH39	8.5m,2@17.75m,8.5m	Rail: 8.14m Road: 5.5m	Rail: 60m Road: 40m	195m	1@60m+3@45m	3	17.75	3.9%			0.065	3.76	8.14	0.5	12.4
4	KM14+435	VOP	Cross Road (Local Road)	Main Road (Underpass), Service Road	2@12m	5.5m	Service Road	120m	4@30m	2	12	2.0%	0.22	0.27	0.065	2.58	5.5	0.5	8.58
5	KM14+800	POP	Cross Road (Local Road)	Main Road, Service Road (Underpass, TP Section)	8.5m	5.5m	Service Road	80m	2@40m	2	8.5	2.0%			0.065	2.24	5.5	0.5	8.24
6	KM15+600	POP	Cross Road (Local Road)	Main Road, Service Road (Underpass, TP Section)	8.5m	5.5m	Service Road	120m	2@60m	3	8.5	2.0%			0.065	3.24	5.5	0.5	9.24
7	KM23+400	VOP	Cross Road (SH104)	Main Road (Underpass)	2@8.5m	5.5m	Main Road	46.5m	2@23.25m	1.6	8.5	2.0%	0.22	0.27	0.065	2.11	5.5	0.5	8.11
8	KM25+604	VOP	Cross Road (Local Road)	Main Road (Underpass), Service Road	2@8.5m	5.5m	Service Road	120m	4@30m	2	8.5	2.0%	0.22	0.27	0.065	2.51	5.5	0.5	8.51
9	KM27+145	VOP	Cross Road (Local Road)	Main Road (Underpass)	2@8.5m	5.5m	Main Road	46.5m	2@23.25m	1.6	8.5	2.0%	0.22	0.27	0.065	2.11	5.5	0.5	8.11
10	KM29+770	VOP	Cross Road (Local Road)	Main Road (Underpass)	2@8.5m	5.5m	Main Road	46.5m	2@23.25m	1.6	8.5	2.0%	0.22	0.27	0.065	2.11	5.5	0.5	8.11
11	KM36+323	Flyover	Main Road	NH-4	8.5m,2@17.75m,8.5m	5.5m	NH-4: 60m	60m	1@60m	3	17.75	5.0%			0.065	3.96	5.5	0.5	9.96
12	KM37+760	VOP	Cross Road (SH35)	Main Road (Underpass)	2@8.5m	5.5m	Main Road	46.5m	2@23.25m	1.6	8.5	2.0%	0.22	0.27	0.065	2.11	5.5	0.5	8.11
13	KM38+769	Flyover	Main Road	Cross Road (Local Road) (Underpass)	2@17.75m	5.5m	Cross Road	140m	40m+60m+40m	3	17.75	2.0%			0.065	3.42	5.5	2.3 * +pier head height	11.22
14	KM43+125	ROB	Main Road, Service Road	Bangalore-Chennai Railway Line	8.5m,2@17.75m,8.5m	Rail: 8.14m	Rail: 70m	810m3)	11@30m, 40m+70m+40m, 11@30m	2 2.8 2	17.75 17.75 17.75	2.0% 2.0% 2.0%	0.22 0.35 0.22	0.27 0.4 0.27	0.065 0.065 0.065	2.69 3.62 2.69	5.5 8.14 5.5	0.5 0.5 0.5	8.69 12.26 8.69
15	KM49+430	POP	Cross Road (Local Road)	Main Road (Underpass)	8.5m	5.5m	Main Road	46.5m	2@23.25m	1.6	8.5	2.0%	0.22	0.27	0.065	2.11	5.5	0.5	8.11
16	KM53+221	Flyover	Main Road	Cross Road (SH35) (Underpass)	2@17.75m	5.5m	Cross Road	90m	3@30m	2	17.75	2.0%	0.22	0.27	0.065	2.69	5.5	0.5	8.69
17	KM54+580	POP	Cross Road (Local Road)	Main Road (Underpass)	8.5m	5.5m	Main Road	46.5m	2@23.25m	1.6	8.5	2.0%	0.22	0.27	0.065	2.11	5.5	0.5	8.11
18	KM55+911	VOP	Cross Road (Local Road)	Main Road (Underpass), Service Road	2@8.5m	5.5m	Service Road	120m	4@30m	2	8.5	2.0%	0.22	0.27	0.065	2.51	5.5	0.5	8.51
19	KM59+198	ROB	Main Road, Service Road	Bangalore-Hosur Railway Line	8.5m,2@17.75m,8.5m	Rail: 8.14m	Rail: 60m	790m3)	11@30m, 35m+60m+35m, 11@30m	2 2.4 2	17.75 17.75 17.75	2.0% 2.0% 2.0%	0.22 0.35 0.22	0.27 0.4 0.27	0.065 0.065 0.065	2.69 3.22 2.69	5.5 8.14 5.5	0.5 0.5 0.5	8.69 11.86 8.69
20	KM64+751	Flyover	Main Road	NH-7	2@4m	5.5m	Existing BR	60m	2@30m	2	4	2.0%	0.22	0.27	0.065	2.42	5.5	0.5	8.42

1) Road Width in the Final DPR (To be followed discussion result in DP-R02)

2) Approximate Bridge Length (It is necessary to determine in detail in the D/D stage)

3) Bridge length (abutment locations) is temporary extended by 5m height of MSE Wall in this JICA Technical Review Stage

出典: 調査団

表 2.1.15　　BPRR 本線がボックスカルバートとして設計されている区間

Start	End	Cross section		Type
		start	end	
14+380.000	14+490.000	14+390.000	14+450.000	Junction
15+140.000	15+230.000	15+158.000		Railway
16+010.000	16+090.000	16+061.000		Railway
18+615.000	18+685.000	18+620.000	18+670.000	Junction
25+570.000	25+630.000	25+580.000	25+620.000	Junction
56+680.116	56+730.116	55+890.000	55+940.000	Junction

出典：調査団

2.1.8　土工量

(1)　DPR に対する助言および提言

調査団は、縦断線形の修正を提案した。修正にしたがって土工量が DPR での数量より変化する。

(2)　結論

調査団は設計基準値に沿うように縦断線形を変更し、変更した線形について土工量を予備的に試算した。DPR の数量は、本線とサービス道路の土工量を算出しているのに対し、調査団算定の土工量は本線のみしか算定していない。（サービス道路側の地盤高情報がないため算定不可能）

表 2.1.16　　土工量の比較

	Quantity in BOQ (m3)		JICA Experts drawing (m3)	
	fill	cut	fill	cut
Section 1	2,814,307	2,327,899	1,278,560	1,414,758
Section 2	1,615,359	1,351,276	931,707	1,340,846
Section 3	4,333,079	1,322,323	2,303,398	1,150,510
Total	**8,762,746**	**5,001,498**	**4,513,665**	**3,906,114**

出典: 調査団

2.1.9 擁壁数量

(1) DPR に対する助言および提言

調査団は縦断線形の修正を提案した。修正に沿って DPR の数量から擁壁数量の算出を行った。

(2) 結論

調査団は擁壁数量を修正した図面集 Appendix 1-C に基づいて予備的に算出した。再計算の結果、擁壁数量は DPR 数量よりも増加する傾向となった。詳細設計の段階では、サービス道路の縦横断図が作成されることから、詳細設計時に全体数量を再精査することを推奨する。

表 2.1.17 擁壁数量の比較

Quantity in BoQ (m2)	Section 1	58,957
	Section 2	35,100
	Section 3	82,118
	Total	**176,175**
STUP re-caluculated (m2)	Section-1	99,901
	Section-2	63,500
	Section-3	66,254
	Total	**229,655**
JICA Experts drawing (m2)	Section-1	106,575
	Section-2	70,661
	Section-3	90,627
	Total	**267,863**

出典: 調査団

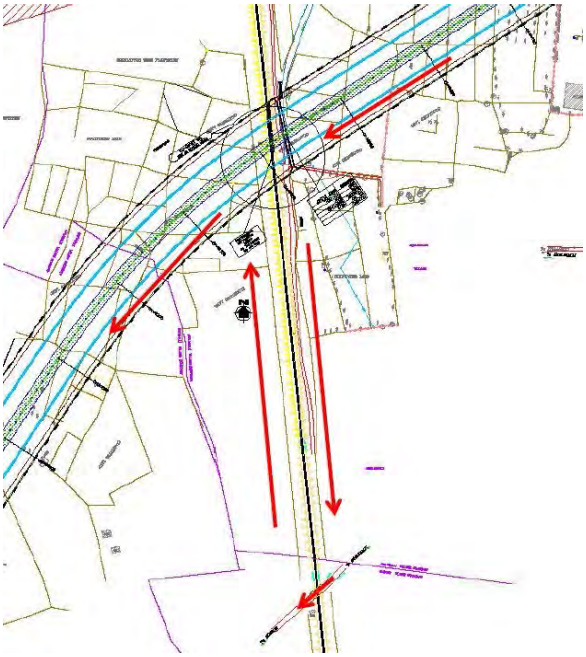
2.1.10 サービス道路の ROB と VOP の変更

(1) DPR に対する助言および提言

DPR 図面集では、サービス道路は BPRR 本線と並行する橋梁によって線路や国道と交差する構造となっている。

サービス道路の役割は、BPRR 沿道の住民が近隣への移動する際に寄与するものであるため、BPRR 本線の利用率に影響を与えない範囲内で、サービス道路網を整備する必要がある。しかしながら、サービス道路の利便性が高すぎれば、利用者は課金のないサービス道路を選択するため、BPRR の料金収入は減少することが懸念される。

本レビューでは、建設費が増加する修正事項を調査団から提案しており、建設費の増加を抑えるためには、サービス道路の橋梁の箇所を減らすことも一案であると考えられる。有料道路である BPRR の利用を促すためには、サービス道路の橋梁構造を抑制し、交差する線路や国道を越えるために既存の道路網へ接続することも一案であり詳細設計にてコスト縮減案が検討されるべきである。



出典：調査団

図 2.1.14　　既存道路を利用して線路を越える例

(2) 結論

鉄道事業者が線路と同一平面で交差道路を建設することを認めていないことが、BDA より通知されたため、調査団は側道も本線と同様に鉄道と立体交差させることに同意した。しかしながら、BPRR と並行して交差するのでなく、既存一般道路に接続して迂回の後に既存跨線施設経由で交差する案は詳細設計にて検討されるべきである。

2.1.11 曲線部の拡幅

(1) DPR に対する助言および提言

曲線部では、前輪と後輪とは異なった軌跡を描くことから直線部の幅員よりも広い車線幅員を必要とする。IRC 86-1993 でも内輪差を考慮して幅員の拡幅を行うことが記載されている。しかし、DPR では曲線部の拡幅は考慮されていない。

したがって、調査団は Tumkur Road Crossing、Hosur Road Crossing、Old Madras Road Crossing と Bellary Road Junction の 4 箇所のジャンクションで曲線部の幅員を拡幅することを推奨する。

表 2.1.18　　車道の拡幅量（m）

曲線半径		~20m	21~40m	41~60m	61~100m	100~300m	300m~
拡幅量	2 車線	1.5	1.5	1.2	0.9	0.6	Nil
	1 車線	0.9	0.6	0.6	Nil	Nil	Nil

出典：IRC 86-1983

2.2　ジャンクション（JCT）設計

BPRR はアクセスコントロールされた自動車専用道路のため、ドライバーは通常の高速道路として認識し、高速走行をする傾向がある。また、JCT の前後区間では高速走行での分合流が発生する。これら分合流部分の設計は事故の発生を抑える意味からも高速道路の設計要領を採用すべきである。一方、DPR は JCT 部の記載がない一般道の設計要領（IRC 86-1983）を採用している。このため、BDA、DULT 及び JICA 調査団で、JCT 部については、可能な限り高速道路の設計要領である IRC SP 99-2013 により設計を行うことで合意した。

2.2.1　既計画の JCT 間距離から追加 JCT の推薦

(1)　DPR に対する助言および提言

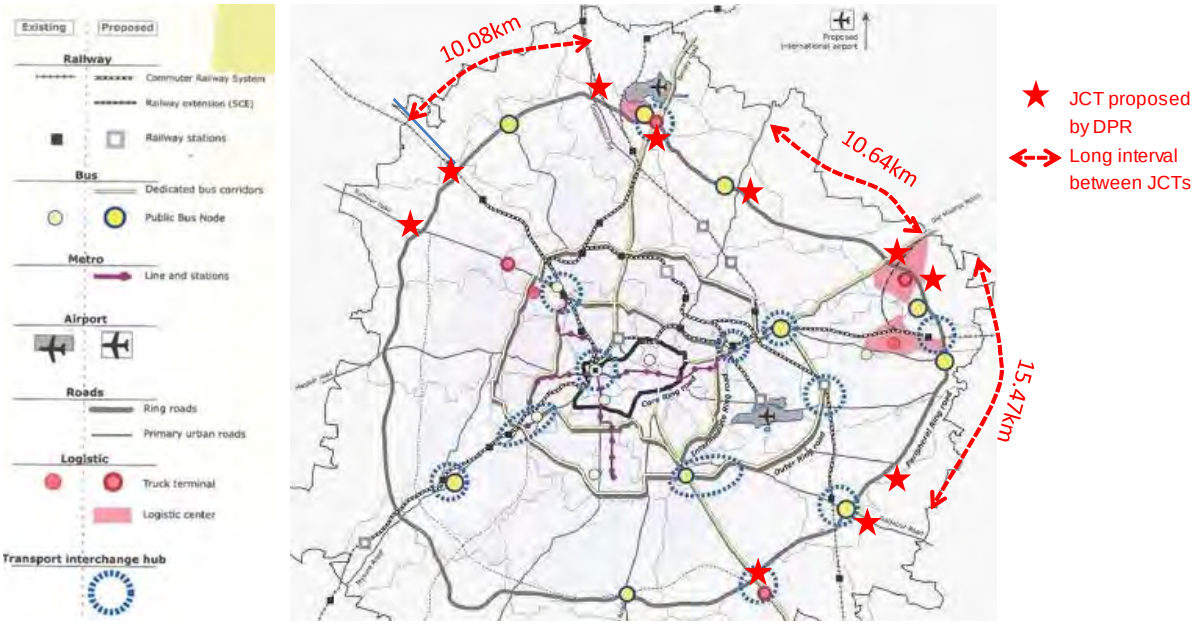
DPR によると、JCT の間隔が 10km 以上を超えるケースが下記の 3 か所で確認できる。

- Hessarghatta JCT – Doddaballapura : 10.08km
- Hennur JCT – Old Madras Road JCT : 10.64km
- Whitefield JCT – Hoskote-Anekal JCT : 15.47km

JCT 間の距離が 10km を超える部分については、新規の JCT の計画を詳細設計時に考慮すべきである。

特に、Whitefield JCT と Hoskote-Anekal JCT 間の距離は 15km を超えているにもかかわらず、Whitefield は、ベンガルールで慢性的な渋滞が発生する地域の一つである。

「Bangalore マスタープラン - 2015 ビジョン」によると、ホワイトフィールドエリアは戦略的に「物流センター」及び「公共バスの集積地域」として位置づけられている。



出典：Bangalore RCDP 2015

図 2.2.1　　ベンガルールマスタープランと BPRR 上で JCT 間隔が 10km 超える区間

BPRR はバンガロール首都圏の環状道路の一部であるため、ユーザの利便性の点から JCT 間の距離は適切でなければならない。

表 2.2.1 は BPRR と日本の圏央道及び東京外環道の 3 つの大都市圏における環状道路の JCT 間の距離を示したものである。圏央道の東京中心部からの平均半径は約 50km であり、BPRR の中心部からの平均半径は約 17km である。両者での平均半径は異なるものの、いずれの JCT 間距離も 10km を超えないことが望ましい。

表 2.2.1　　三環状道路の JCT 間隔の比較

BPRR (65km)		Tokyo PRR (300km ring) 220km is on service		Tokyo ORR (85km ring) 34km is on service	
JCT Name	Distance	JCT Name	Distance	JCT Name	Distance
Tumkur		Ebina		Oizumi	
	4.34		4.9		3.4
Hessarghatta		Kenou-atsugi		Wako	
	10.08		5.2		2.1
Doddaballapura		Sagamiw ara-aikaw a		Wako-kita	
	4.22		8.9		2.1
Bellary		Sagamiw ara		Toda-nishi	
	6.96		5.9		2.3
Hennur		Takaosan		Toda-higashi	
	10.64		6.4		2.4
Old Madras		Hachioouji-nishi		Gaikan-uraw a	
	2.33		5.2		1.7
Whitefirld		Akiruno		Kaw aguchi-nishi	
	15.47		2.0		2.8
Hoskote-Anekal		Hinode		Kaw aguchi-cyuo	
	2.69		8.7		2.2
Sajapur		Oume		Kaw aguchi-higashi	
	8.83		4.8		3.4
Hosur		Iruma		Souka	
			6.0		6.0
Average interval of ICs	**7.3**	Sayamashidaka		Misato-nishi	
			6.8		5.3
		Kenou-tsurugashima		Misato-minami	
			7.4	**Average interval of ICs**	**3.1**
		Sakato			
			2.5		
		Kaw ashima			
			5.7		
		Okegaw a-kitamoto			
		Tsukuba-cyuo			
			5.8		
		Tsukuba-ushiku			
			6.1		
		Ushiku-ami			
			5.9		
		Ami-higashi			
			6.0		
		Inashiki			
			6.0		
		Inashiki-higashi			
			4.6		
		Kanzaki			
		Average interval of ICs	**5.7**		

This sections are under construction

出典：調査団

(2)　結論

10km 以上の距離を有する上記 3 つの区間に追加の ON/ OFF ランプが、詳細設計段階で再検討されるべきである。追加 JCT の料金所の料金所ブース必要数については、交通量調査結果に基づいた JCT 出入り交通量から算出されることになる（4 章に詳述）。

2.2.2 ランプと本線の接続部の設計速度

2.2.2.1 ランプの設計速度

(1) DPR に対する助言および提言

Final DPR には、ランプ設計速度についての記載がされていない。BPRR において、アクセス道路とサービス道路の接続に唯一クローバーリーフ型の構造が採用されている。IRC Guideline for Expressways によると、BPRR のループのランプ設計速度は 60～80km/h の範囲で設定される。しかしながら、DULT,BDA 及び JICA 調査団との協議により、IRC SP 99-2013 を参照し、40km/h をランプ設計速度として採用することで合意した。

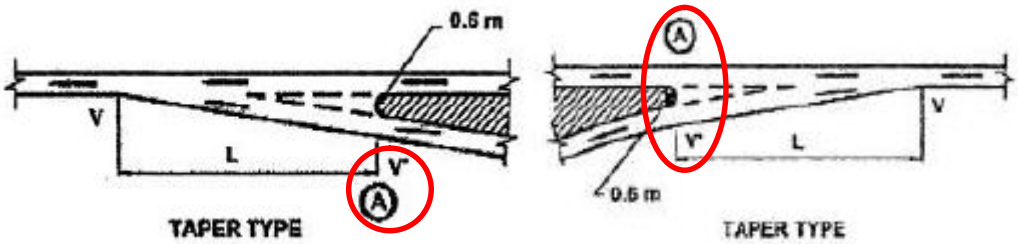
(2) 結論

ランプの設計速度は、40km/h で決定された。

2.2.2.2 トールゲートからノーズの設計速度

(1) DPR に対する助言および提言

Final DPR には、トールゲートからノーズまでのランプ設計速度についての記載は見当たらない。加速/減速車線の必要な延長を決めるため、設計速度の V'（図 2.2.2 に示す）を IRC SP 99-2013 に従い確定する必要がある。ETC 利用者を除き、車両のほとんどは BPRR への出入りに関わらず料金所ブース内で一時停止しなければならない。よって、トールプラザ付近となるⒶ地点での設計速度 V'は 40km/h とする。



出典：IRC SP 99-2013

図 2.2.2 IRC でのノーズ位置の設計速度

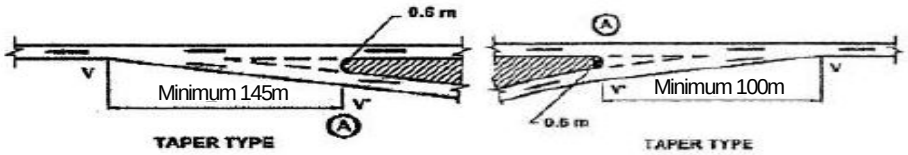
(2) 結論

トールゲートからノーズの設計速度は 40km/h として決定された。

2.2.3 加速/減速車線に必要な長さ

(1) DPR に対する助言および提言

Final DPR には、加速/減速車線ともに、ノーズからテーパー端までの必要な距離について記載されていない。IRC SP 99-2013 では、加速車線の場合に 145m、減速車線の場合に最小 100m の距離を確保することが必要となっている。しかしながら、Final DPR には本線の縦断勾配による調整係数についての記載はない。以下では、調査団が IRC、日本の都市間高速道路、首都高速道路の 3 つの基準を比較検討し、適切な必要距離を推奨する。



出典：IRC SP 99-2013

図 2.2.3　　IRC で規定されている必要最低限のテーパー長

(2) 結論

次の章（2.2.3.1、2.2.3.2、2.2.3.3）の 3 つの基準を比較した後、JICA 調査団は、以下の加速/減速長及び、調整係数を採用することを推奨する。加減速車線長決定の詳細な説明は、章 2.2.3.4 に記載する。

- 加速車線 : 240m
- 減速車線 : 170m

表 2.2.2　　BPRR の加速/減速車線の本線縦断勾配による長さの調整係数

Longitudinal Gradient （%）	0 < λ ≦2	2 < λ ≦3	3 < λ ≦4	4 < λ ≦6
Deceleration Lane (Downgrade)	1.00	1.10	1.20	1.30
Acceleration Lane (Upgrade)	1.00	1.20	1.40	1.50

出典：調査団

2.2.3.1 IRC Guideline for Expressways

IRC の高速道路のガイドライン（IRC Guidelines for Expressways）では、本線の縦断勾配により加速/減速長の調整係数が下表のとおり記載されている。

表 2.2.3　　IRC でのランプ長の調整要素

Table 2.06C Acceleration Lengths (Table 2.04) Adjustment Factor for Up Grade

Design Speed of Expressway (kmph)	Design Speed of Ramp (kmph)				
	40	50	60	70	80
	3 to 4% Up Grade				
60	1.30	1.40	1.40	-	-
70	1.30	1.40	1.40	1.50	-
80	1.40	1.50	1.50	1.50	1.60
90	1.40	1.50	1.50	1.50	1.60
100	1.50	1.60	1.70	1.70	1.80
110	1.50	1.60	1.70	1.70	1.80
120	1.50	1.60	1.70	1.70	1.80
5 to 6% Up Grade					
60	1.50	1.50	-	-	-
70	1.50	1.60	1.70	-	-
80	1.50	1.70	1.90	1.80	-
90	1.60	1.80	2.00	2.10	2.20
100	1.70	1.90	2.20	2.40	2.50
110	2.00	2.20	2.60	2.80	3.00
120	2.30	2.50	3.00	3.20	3.50

NOTE: Adjustment Factor from this table, multiplied by the length in Table 2.04 or Table 2.05 gives length of speed change lane on various grades.

Table 2.06B Acceleration Length (Table 2.04) Adjustment Factor for Down Grade

Design Speed of Expressway (kmph)	Down Grade (All Speeds on Ramp)	
	3 to 4%	5 to 6%
60	0.70	0.60
70	0.65	0.60
80	0.65	0.55
90	0.60	0.55
100	0.60	0.50
110	0.60	0.50
120	0.60	0.50

Table 2.06A Deceleration Length (Table 2.05) Adjustment Factor

	Value	Factor
Upgrade	3 to 4%	0.90
	5 to 6%	0.80
Downgrade	3 to 4%	1.20
	5 to 6%	1.35

出典 : IRC Guideline of Expressways

IRC Guideline of Expressways は本線の縦断勾配の違いにより、調整係数を用いて加速/減速車線の長さを考慮する必要性を記載している。 しかしながら、IRC Guidelines for Expressways の調整係数は 3<λ≦4%、5<λ≦6%のみの記載で、0<λ≦3%、4<λ≦5%の調整係数についての記載が抜けている。さらに、2 車線ランプの場合の加速/減速車線長についても記載はない。

2.2.3.2 日本の都市間高速道路の基準

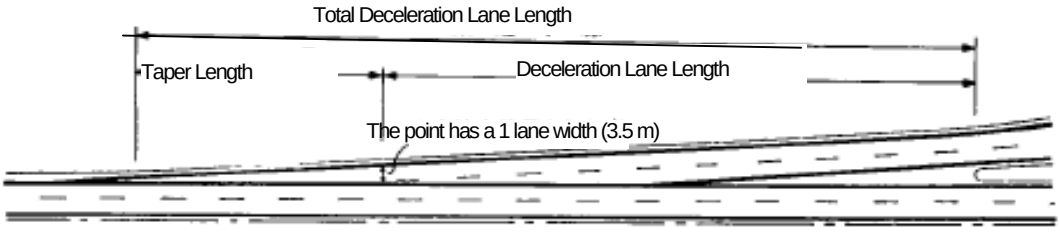
日本の都市間高速道路の基準は以下のように述べている。

表 2.2.4　　加速/減速車線の長さ

Design Speed of Expressway (km/ph)		120	100	80	60
Deceleration Lane Length (Excluding Taper length)(m)	1 way ramp	100	90	80	70
	2 way ramp	150	130	110	90
Acceleration Lane Length (Excluding Taper length)(m)	1 way ramp	200	180	160	120
	2 way ramp	300	260	220	160
Exit Taper Rate		1/25		1/20	1/15
Entry Taper Rate		1/40		1/30	1/20

出典: 設計要領第４集　幾何構造編（NEXCO）

上記の基準によると、2 車線ランプの減速車線の長さは以下のように計算される。



出典: 設計要領第４集　幾何構造編（NEXCO）

図 2.2.4　　代表的な２つの方法の減速車線

上記の場合、減速車線の長さは表 2.2.4 の通り 110m となる。テーパー長については記式のように計算される。

3.5m（1 車線の幅）×20＝70m

したがって、テーパー長と減速車線の合計の長さは 110m+70m=180m となる。これら式から、2 車線ランプの場合の加速車線と減速車線の必要な総延長を、下表に示す。

表 2.2.5　　２車線ランプに必要な長さ

(高速道路の設計速度：80km/h/の、レーン幅：3.5m)

	Changing Speed Lane Length	Taper Length		Total Length
		Taper Rate	Calculated Length	
Acceleration Lane	220m	1/30	105m	325m
Deceleration Lane	110m	1/20	70m	180m

出典：調査団

縦断勾配による調整係数は以下の表のとおりである。

表 2.2.6　　縦断勾配によって調整係数

Longitudinal Gradient	0＜λ≦2	2＜λ≦3	3＜λ≦4	4＜λ≦6
Deceleration Lane (Down Grade)	1.00	1.10	1.20	1.30
Acceleration Lane (Up Grade)	1.00	1.20	1.30	1.40

出典：設計要領第４集　幾何構造編（NEXCO）

2.2.3.3 首都高速の基準

加速/減速車線とテーパーの長さは以下の表のとおりとなっている。

表 2.2.7　　加速/減速レーンとテーパーの長さ

Design Speed of Expressway (km/ph)		80	60	50	40
Acceleration Lane Length (Including Taper length)(m)	1 way ramp	160	120	90	50
	2 way ramp	240	180	140	90
Deceleration Lane Length (Including Taper length)(m)	1 way ramp	110	90	70	80
	2 way ramp	170	140	110	40

出典：Ｉ首都高速道路幾何構造設計要領

縦断勾配による調整係数は以下の表を示している。

表 2.2.8　　縦断勾配によって調整係数

Longitudinal Gradient	0＜λ≦2	2＜λ≦3	3＜λ≦4	4＜λ
Deceleration Lane (Down Grade)	1.00	1.10	1.20	1.30
Acceleration Lane (Up Grade)	1.00	1.20	1.30	1.40

出典：Ｉ首都高速道路幾何構造設計要領

2.2.3.4 加速/減速レーンの長さのための推奨される長さ

IRC には、加速と減速車線の両方とも、2 車線ランプの必要な長さに関する記載がされていない。BPRR は、バンガロールの都市圏環状道路であることから、東京首都高速道路に類似している。よって、首都高速道路の基準を採用することを JICA 調査団は推奨する。また、加減速車線長の縦断勾配による調整係数の一部勾配が IRC の記載から抜けているため、不足部分については首都高速道路の調整係数を使用することを推奨する。

さらに、下り勾配の場合に加減速車線長の長さを調整係数により短くすることが記載されているが、最新の IRC SP 99-2013 にはその記載が省かれていること、および他のどの基準を見ても加減速車線長を短くする考え方はないので、加減速車線長の長さを短くする考え方をとるべきではない。

以上から、JICA 調査団は BPRR のノーズの位置からテーパー端までの最低限必要な長さを以下に示す長さとすることを推奨する。

- 加速レーン : 240m
- 減速レーン: 170m

表 2.2.9　　BPRR の加速/減速レーンの長さの調整係数

Longitudinal Gradient (%)	0<λ≦2	2<λ≦3	3<λ≦4	4<λ≦6
Deceleration Lane (Down Grade)	1.00	1.10	1.20	1.30
Acceleration Lane (Up Grade)	1.00	1.20	1.40	1.50

出典：調査団

なお、表 2.2.9 の加速車線のための縦断勾配による調整係数 3<λ≦4%及び 4<λ≦6%については、レーンの長さを長く設定しより安全な設計とするため、IRC の値を使用している。

2.2.4　本線と加速 / 減速レーンの移行区分

(1)　DPR に対する助言および提言

DPR の図面の平面曲線や縦断曲線の値は、アクセスがコントロールされた有料道路を走行するドライバーの視認性を考慮していない。
IRC SP 99-2013 においても、加減速車線が本線と接続する部分は事故が発生しやすく、ドライバーの視認性を確保する必要があるとの記載は無い。これら接続部での事故を回避するために、ドライバーは自分が運転する車が分合流部へ近づいていることを遠方から認識する必要がある。

調査団は、本線とランプの接続部の幾何構造基準として、「自動車専用道路における首都高速道路の本線と分合流部の接続部」（本線の速度：80km/h）の設計基準を以下に示す。

- 平面曲線半径（500m 以上でなければならない※）
- クレスト型の縦断曲線半径（4500m 以上でなければならない※）
  サグ型の縦断曲線半径（3000m 以上でなければならない※）
- 縦断勾配（4%以下でなければならない※）

※この値は、首都高速道路の自動車専用道路部分では、いかなる場合においても守らないといけない基準である。

(2)　結論

首都圏の高速道路の必要な値と BPRR の幾何構造を比較した結果、凸型（Summit）の縦断曲線半径として規定されている 4500m が守られていない箇所が散見された。これらは、以下の表に従って DPR 設計を変更する必要がある。

表 2.2.10　「自動車専用道路における首都高速道路の本線と分合流部の接続部」の基準に違反している部分

IC Name	Toward to	Entry /Exit	Old Chainage	New Chainage	Chainage difference	Horizontal Curve Radius (500m)	Vertical Curve Radius SummitType (4500m)	Vertical Curve Radius Valley Type (3000m)	Vertical Gradient (4%)	Remark
Hessarghatta	Hosur	Entry		5,500					0.3	
	Tumkur	Exit		5,500					-0.3	
	Tnmkur	Entry								
	Hosur	Exit								
Doddaballapura	Hosur	Entry		15,900					-1.8	
	Tumkur	Exit		15,900					1.8	
	Tnmkur	Entry		13,250			12,300			
	Hosur	Exit		13,250			12,300			
Ballary	Hosur	Entry		19,900		835			-1.9	
	Tumkur	Exit		19,900		835	5,100		1.9	There is a summit at nose.
	Tnmkur	Entry		17,450					2.7	
	Hosur	Exit		17,450			2,500		-2.7	There is a summit at beginning of taper.
Hennur	Hosur	Entry		26,800			3,600		1.5	There is a too sharp summit at end of tapar.
	Tumkur	Exit		26,800			3,600		-1.5	There is a too sharp summit at beginning of tapar.
	Tnmkur	Entry		24,200					-0.4	
	Hosur	Exit		24,200					0.4	
Old Madras	Hosur	Entry		37,400				10,000		
	Tumkur	Exit		37,400				10,000		
	Tnmkur	Entry		34,700		785			-1.5	
	Hosur	Exit		34,700		785			1.5	
Whitefield	IC Center			38.747						Corrected channage seems wrong
	Hosur	Entry		40,100		800	6,938			
	Tumkur	Exit		39,950					-1.9	Deceleration length is too short. Less than 200m
	Tnmkur	Entry		37,850				3,000	-3.2	There is a valley at the end of taper.
	Hosur	Exit		38,000			3,500		-1.0	There is a too sharp summit before tapar. Deceleration length is less than 200m
Hoskote-Anekal	IC Center		53,200	54,014	814					
	Hosur	Entry	54,186	55,000	814		4,250		2.6	There is a too sharp summit at end of tapar.
	Tumkur	Exit	54,186	55,000	814		4,250		-2.6	There is a too sharp summit at beginning of tapar.
	Tnmkur	Entry	51,986	52,800	814				1.5	
	Hosur	Exit	51,986	52,800	814				-1.5	
Sarjapur	IC Center		55,890	56,705	815					
	Hosur	Entry	57,285	58,100	815		21,209		2.9	
	Tumkur	Exit	57,285	58,100	815		20,209		-2.9	
	Tnmkur	Entry	54,585	55,400	815	1,175			0.9	
	Hosur	Exit	54,585	55,400	815	1,175			-0.9	

出典：調査団

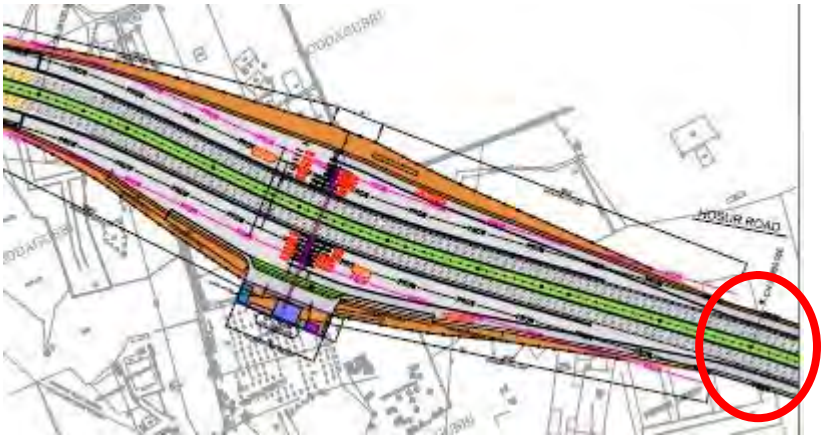
Ballary Rd

出典：Final DPR

図 2.2.5　　Ballary Road ジャンクションの鋭い頂点

測点 17+310 での凸部（Summit）で、Hosur 方向へ向かって本線から流出する車両の視認性が低い。

Hennur JCT

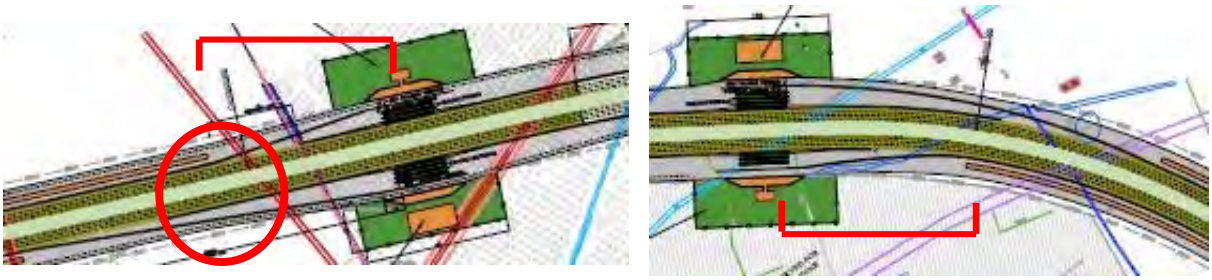


出典：Final DPR

図 2.2.6　　Hennur ジャンクションの鋭い頂点

測点 26+934 での凸部（Summit）で、Hosur 方向へ伸びる BPRR 本線に流入する車両と Tumkur 方面へ BPRR 本線から流出する車両の視認性が低い。

Whitefield Rd

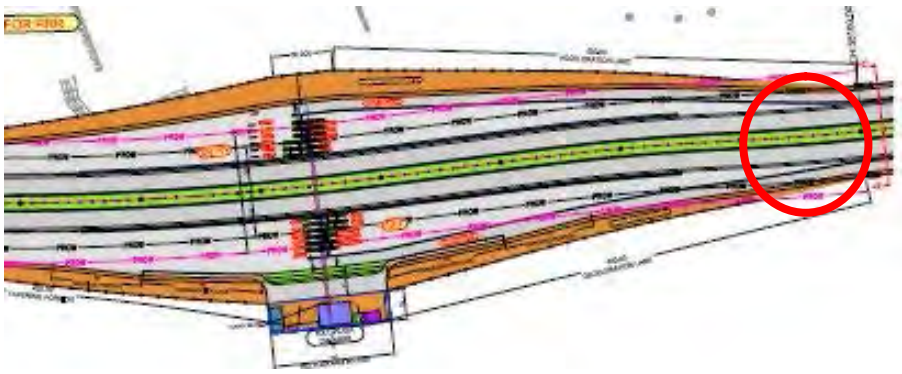


出典：Final DPR

図 2.2.7　　White Field Road ジャンクションの鋭い頂点

測点 37+987 での凸部（Summit）で、Hosur 方面へ本線から流出する車両の視認性が低い。上記の赤い直線で示した部分の減速車線長が、双方とも十分な長さが確保できていない。

Hoskote-Anekal JCT



出典：Final DPR

図 2.2.8　　Hoskote-Anekal ジャンクションの鋭い頂点

測点 54+917 での凸部（Summit）で、Hosur 方面へ続く BPRR 本線に流入する車両と、Tumkur 方面へ向かう BPRR 本線から流出する車両の視認性が低い。これらの縦断曲線半径は、最小値の 4500m を満たすように変更されないといけない。

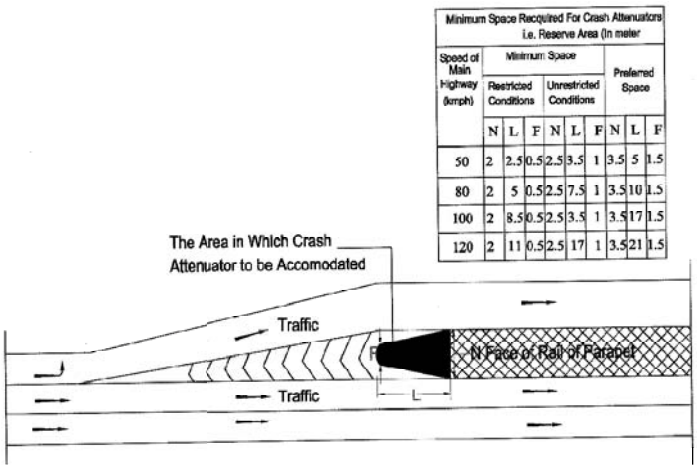
2.2.5　本線と加速/減速レーンを接続するセクションでの事故を最小化対策

(1)　DPR に対する助言および提言

Final DPR には記載が無いが、BPRR 本線から出口方面へ向かってくる車両のために、ノーズが認識しやすいようなあらゆる改善措置を考慮する必要がある。

- 縦断曲線の半径の拡大 ＊特に凸部（Summit）
- 分合流部の延長
- 本線と加速/減速車線の間に明確な分離帯の設置
  （幅広のドットラインの区画線、矢印のマーキング、文字による表示のマーキング、カラー舗装、キャッツアイ、グルービング）
- ドライバーへの IC 手前を認識させる案内標識（BPRR 本線上流側 2km, 1km, 500m）の設置
- ノーズの保護

IRC SP 99-2013 は、ノーズに衝突緩衝材を配置する必要性を示している。ノーズでの衝突事故は死亡事故を引き起こす可能性が高いため、調査団は、ノーズの位置で衝突緩衝材を収容するためのスペースを確保することを推奨する。



Minimum Space Recquired For Crash Attenuators i.e. Reserve Area (In meter									
Speed of Main Highway (kmph)	Minimum Space						Preferred Space		
	Restricted Conditions			Unrestricted Conditions					
	N	L	F	N	L	F	N	L	F
50	2	2.5	0.5	2.5	3.5	1	3.5	5	1.5
80	2	5	0.5	2.5	7.5	1	3.5	10	1.5
100	2	8.5	0.5	2.5	3.5	1	3.5	17	1.5
120	2	11	0.5	2.5	17	1	3.5	21	1.5

出典：IRC SP 99-2013

図 2.2.9　　衝突緩衝材を配置するために必要な空間

(2) 結論

上記の措置を、詳細設計段階で検討することを推奨した。

2.3 料金所設計

料金所は、アクセスコントロールされた自動車専用道路でドライバーが停止または徐行をする必要がある唯一の場所である。料金所においては、以下の理由の交通渋滞を引き起こす傾向がある。

- 通行料金のトランスアクション処理のトラブル
- ドライバーからのトラブルやクレーム対応
- 料金アイランドの設備との接触事故
- 料金アイランド付近での車両間の接触事故

料金所エリアの設計は、上記の事態を最小化するよう検討しなければならない。

2.3.1 料金所エリアのアライメント

(1) DPR に対する助言および提言

DPR の図面には記載が無い。BPRR を走行するすべての車は料金所を通過しなければならず、ETC 機器を搭載していない車両は料金所で停止することになる。それゆえ、料金所での縦断勾配と曲率半径は急になりすぎないように考慮しなければならない。

また、様々な機器が存在する料金所で、排水システムを適切に設置する必要がある。料金所エリアを設計するには、東日本高速道路株式会社、中日本高速道路株式会社が監修した設計要領第４集　（幾何構造編）に記載される以下事項について考慮すべきである。

- 料金所エリアは直線が最適であるが、平面曲線が避けられない場合は、曲線の最小半径は 200m 以下にしてはならない。
- 縦断曲線の最小半径は 700m でなければならない
- 料金所エリアの縦断勾配は 2%以下でなければならない
- 料金所エリアの横断勾配は 2%以下でなければならない。

(2) 結論

上述について本報告書を参考として詳細設計時に料金所の設計を検討することを推奨した。

2.3.2 トールレーンの幅と長さ

(1) DPR に対する助言および提言

Final DPR の図面では IRC SP 99-2013 に従い、現金徴収レーンの幅員は 3.2m、ETC レーンは 3.5m と記載されている。しかし、将来的に ETC 利用車両が増加することを考慮すると、全ての料金所ブースの幅を 3.5m で統一することを推奨する。料金所アイランドの長さについても、IRC は 25m としているが（ETC レーン長の記載は無い）、ETC レーンはアンテナと車載器との間の通信帯域を必要とするため、その分現金徴収レーンよりもアイランドを長くしなければならない。よって、料金所のアイランドの長さについても、将来的に ETC レーンを増やすことを考

慮し、35m で統一することを推奨する。
上記により、ETC 利用車両が増加した場合においても、アイランド等の再整備を必要とせずに現金徴収レーンから ETC レーンへの簡易な変更により可能となる。

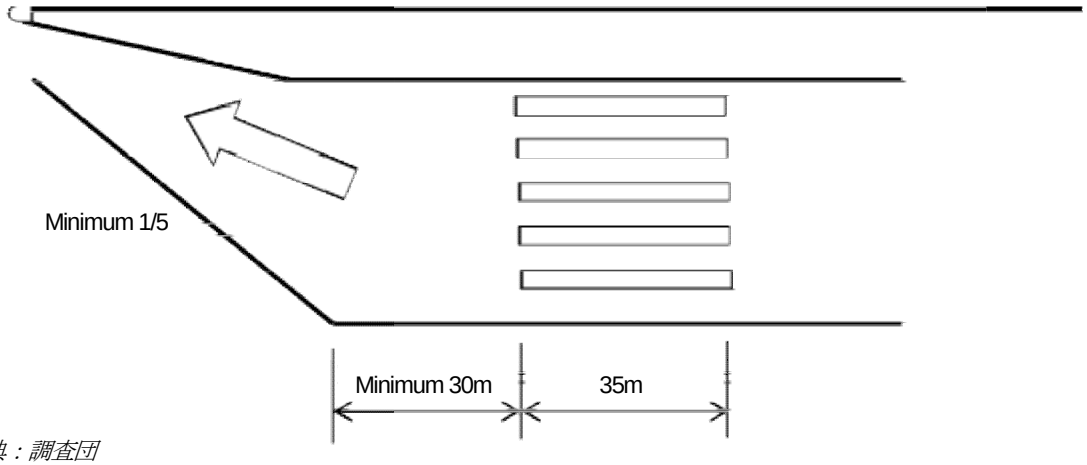
(2)　結論

すべての有料レーン幅は 3.5m で、長さは 35m とする。

2.3.3　ノーズ位置に料金アイランドからの路線設計

(1)　DPR に対する助言および提言

JICA 調査団は、料金所からランプが 2 車線まで縮小するまでの移行区間の道路幅員縮小の比率を、下図に従うことを推奨する。



出典：調査団

図 2.3.1　　料金アイランドとノーズ位置からエリアのアライメント例

料金所入口のアイランドを通過した後、及び料金所出口のアイランドを通過した後には、少なくとも 30m の直線部分を設けなければならない。これは、ロングボディーのトレーラー等の車体が料金所内の施設に接触することなく車体が完全にアイランドから出ることができるようにするためである。その後は、テーパー比の 1/5 以上でノーズ位置まで擦り付けていくことを推奨する。

(2)　結論

調査団は詳細設計で上記の概念を採用することを推奨した。

2.3.4 トールゲート設備

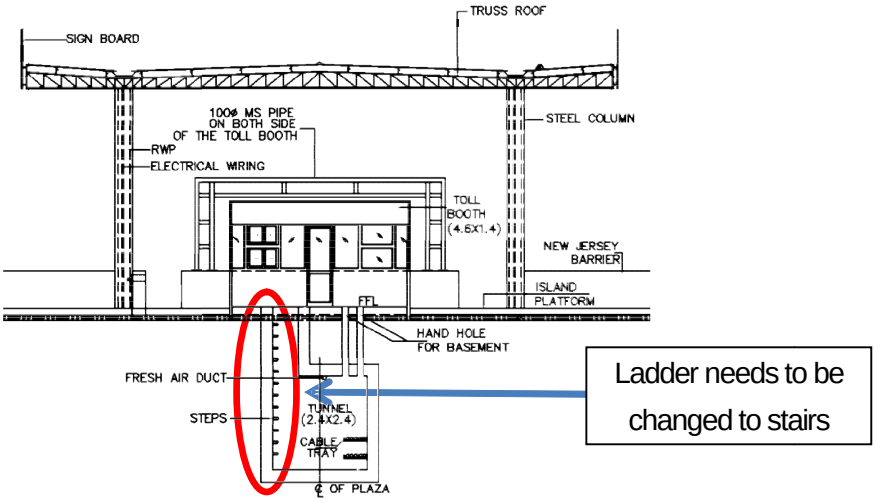
2.3.4.1 トンネル

(1) DPR に対する助言および提言

Final DPR の図面には、料金所の地下トンネルの図は描かれているが、Whitefield JCT ではトンネルが図面に描かれていなかった。Doddabalapura JCT もトンネルは一つ描かれていたのみであった。料金所の安全性を考えると、全てのトールプラザにはトンネルが必要である。しかしながら、トンネルとトールブースの接続に梯子が計画されている。梯子は料金所で働くスタッフに怪我をさせる原因となる。特に、料金収受員は現金計算室に料金所から現金箱を運びながら梯子を使うのは困難である。インド最大の料金所の Gurugaon はもとより、ハイデラバード ORR の料金所でも、トンネルと料金所ブースの接続のために階段を設置している。

出典：調査団

図 2.3.2 Gurugaon の料金所のトールブース階段スペース



出典：調査団

図 2.3.3 BPRR の梯子 (現在の図面)

(2) 結論

すべての料金所には、料金収受員が安全に移動できるトンネルを設置するべきであり、料金収受員の安全を確保するために、トンネルとトールブースの接続を階段とすることを推奨した。

2.3.4.2 大型車レーンのための幅員

(1) DPR に対する助言および提言

IRC SP 99-2013 では、大型車両レーン幅として 4.5m となっているが、Final DPR の図面は、大型車の通行レーンは 5.5m 幅としている。

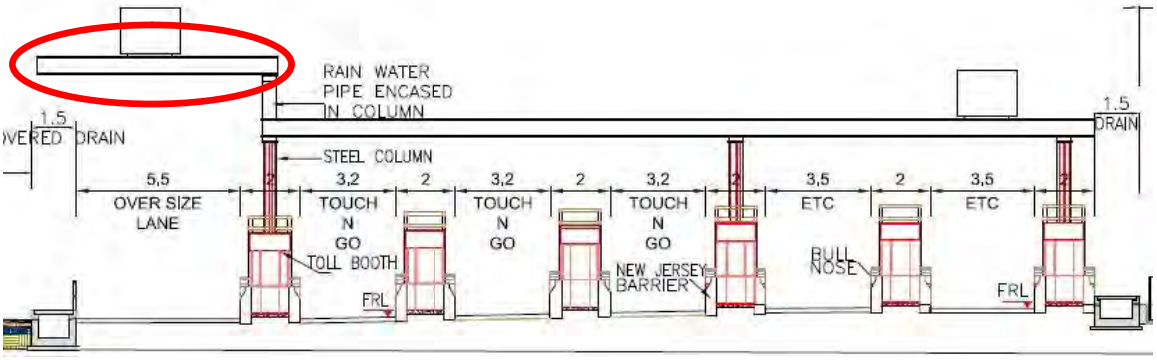
(2) 結論

大型車両の料金所レーンの幅員として 5.5m が、BDA と JICA 調査団間で合意された。その理由は、ベンガルールの状況を考慮すると、幅があったほうが大型車通過時の安全性が増すためである。

2.3.4.3 屋根

(1) DPR に対する助言および提言

DPR 図面では、料金所の大屋根のクリアランスが統一されておらず、大型車両の専用料金所レーンでは、クリアランスを余分に確保している。また、クリアランスが変わる大型車レーン部分の屋根は片持ち形状となっている。しかし、車両通過/不通過を知らせる信号機や将来的に可変表示板を設置する場合に、構造が堅牢である必要があることから、片持ち形状は避けるべきである。



出典：Final DPR

図 2.3.4　　BPRR の現在の屋根計画

IRC SP 99-2013 では、料金所の屋根部分の設計について下記のように示している。

> **12.4.10** *Canopy*
>
> All the toll lanes and toll booths shall be covered with a canopy. The canopy shall be wide enough to provide weather protection to toll operators, drivers and facilities. The canopy shall be of aesthetically pleasing design with cylindrical support columns located at traffic island so that there is no restriction on visibility and traffic movement. The vertical clearance shall be as prescribed in this Manual.

(2) 結論

屋根の設計は、詳細設計段階で一貫性のあるものとして検討されることになった。

2.3.5 必須トールレーン数

2.3.5.1 各システムによる料金所ブースの容量

(1) DPR に対する助言および提言

Final DPR 図面の料金所ブースの数は、ETC、T&G や現金（マニュアル）などの各料金徴収システムの処理能力を考慮していない。IRC SP 99-2013 では、料金徴収システムごとに、処理能力を以下のように示している。

- 半自動料金レーン（マニュアル徴収）：240v/h
- スマートカードレーン (T&G) : 360v/h
- ETC レーン : 1200v/h

T&G および ETC の料金所出入りに掛かる所要時間は、入口出口ともそれぞれ同じとなる。つまり、T&G であれば、出入り口とも 360v/h となり、ETC の場合は 1200v/h となる。一方、マニュアル徴収の場合には入口と出口の処理時間は異なる。処理時間が異なる理由として、まず現金の支払いを行うため車が入口ゲートに来ると、ドライバーは料金収受員から通行券を受け取り、BPRR 本線に向けて出発する。その車両がゲートを出る時、運転者は料金収受員に通行券を渡し、走行距離に応じた通行料を支払う。したがって、出口車線の処理時間は、入口レーンよりも時間がかかることになるという理由である。

IRC SP 99-2013 では、マニュアル徴収の料金所ブースの処理能力は、日本の高速道路設計要領とほぼ同じ（230v/ h）となっている。しかし、これは入口での処理能力である。IRC SP 99-2013 では、料金所での処理時間は 10 秒を超えてはならないと記載があるため、調査団は、日本で処理時間が 10 秒の場合の 180 v/ h を適用することを推奨する。
各システムの入口と出口での処理時間を、以下の表に示す。

表 2.3.1　　各システムにより入口/出口レーンの容量

Lane Type	Manual	T & G	ETC
Entry	240v/h	360v/h	1200v/h
Exit	180v/h	360v/h	1200v/h

出典：IRC SP 99-2013

(2) 結論

JICA 調査団は、各料金徴収システムの能力を、上記の表のものを採用することを推奨した。

2.3.5.2 レーン数を増やすことによる料金所ブースの能力の推移

(1) DPR に対する助言および提言

Final DPR には、料金所の処理能力の記載はされていない。車線数の増加に伴って、料金所の車両処理の容量は（料金所ブース数×1 レーンあたりの処理能力）を超える処理能力が発揮される。これは、後方からくる車両が空いている料金所ブースを選択するため、効率的に処理が行われることに起因している。

日本のデザインマニュアル（NEXCO 東日本）を参照し、下表を使えば処理台数に必要なレーン数の計算が可能となる。

表 2.3.2　　レーン数増加による料金所ブースの能力の推移

V/h by No. of Lane		1 Lane	2 Lane	3 Lane	4 Lane	5 Lane	6 Lane	7 Lane	8 Lane
Manual	Entry	240	640	1,070	1,500	1,940	2,380	2,830	3,270
	Exit	180	510	850	1,200	1,550	1,910	2,260	2,620
T&G	Entry/Exit	360	850	1,420	2,000	2,590	3,180	3,770	4,360

出典：調査団

(2) 結論

JICA 調査団は、各ジャンクションで必要となる料金所ブース数の算出に、上記表を使うことを推奨した。

2.3.5.3 各システムの使用率の推移

(1) DPR に対する助言および提言

Final DPR では、料金徴収のシステムごとの利用率の検討はされていない。各システムの通行レーンの必要数を計算するため、JICA 調査団は表 2.3.3 に示すように 3 つのケースについて検討した。

ケース 1 は、BPRR を利用するすべての車両のうち、供用時点で 2%が ETC ユーザーとし、徐々に増加していき、2040 年には 34%に達するケースを想定している。ケース 2、ケース 3 は、供用当初 5%が ETC ユーザーとし、2040 年にケース 2 では 46%、ケース 3 では 50%まで ETC ユーザーが増加するという想定である。ITS マスタープランでは、インターモーダルスマートカードの普及を推奨していることから、BPRR の供用時期には、すでにスマートカードのユーザー（T&G）がある程度いるものと想定している。

表 2.3.3　　ETC の利用率の推移と T&G（%）

Year	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	Remark
Case-1																				
ETC usage ratio	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	In any case, some OBU and smartcard need to be disseminated by Gov side before opening of PRR for promotion of ETC and T&G.
Accumulated total	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	31	32	33	34	
T&G usage ration	8	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Accumulated total	8	11	14	17	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Card Accumulated total	10	15	20	25	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	62	64	66	68	
Case-2																				
ETC usage ratio	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	In addition to case -1, some special discout terms in first 10 years are considered to increase ETC users.
Accumulated total	5	8	11	14	17	20	23	26	29	32	34	36	38	40	42	43	44	45	46	
T&G usage ration	8	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Accumulated total	8	11	14	17	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Card Accumulated total	13	19	25	31	37	41	45	49	53	57	60	63	66	69	72	74	76	78	80	
Case-3																				
ETC usage ratio	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	In addition to case -2, delivering subsidies for OBU is considered for 3 years after opening of PRR.
Accumulated total	5	10	15	18	21	24	27	30	33	36	38	40	42	44	46	47	48	49	50	
T&G usage ration	8	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Accumulated total	8	11	14	17	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
Card Accumulated total	13	21	29	35	41	45	49	53	57	61	64	67	70	73	76	78	80	82	84	

出典：調査団

(2)　結論

調査団は、必要な料金所ブース数の計算に、上記の表にある ETC ユーザー普及の推移を採用することを推奨した。

2.3.5.4 それぞれのケースによる料金所ブースの必要数

(1)　DPR に対する助言および提言

Final DPR では、各ジャンクションでの料金所レーン必要数の検討はされていない。よって、4 章　交通需要予測での検討結果を基にして、2022 年と 2040 年の交通量と必要レーン数を以下のように試算した。

表 2.3.4　　2022 年 ケース 1（ETC：2%、T&G：8%、マニュアル：90%）

IC	Toward	Entry /Exit	Daily Traffic Volume	Peak Hours Traffic Volume (7%)			No. of Vehicles with ETC	No. of Vehicles with Manual and T&G	Modified No. of Vehicles with Considering T&G on Mix Lanes	Required No. of ETC Lane	Required No. of Manual, T&G Lane	Total No. of required lane	Remark
			Total	Total	Regular -sized	Large-sized							
Tumkur	Hosur	Entry	17,132	1,199	1,191	8	24	1,175	1,113	1	4	5	
	Nice Rd	Exit	11,786	825	819	6	16	809	760	1	3	4	
Hessaraghatta	Hosur	Entry	2,654	186	186	0	4	182	173	1	1	2	
	Tumkur	Exit	1,851	129	129	0	3	126	119	1	1	2	
Additional IC No.1	Hosur	Entry	3,907	273	273	0	5	268	253	1	2	3	
	Tumkur	Exit	3,913	273	273	0	5	268	251	1	2	3	
	Tumkur	Entry	3,584	251	250	1	5	246	233	1	1	2	
	Hosur	Exit	6,829	477	475	2	10	468	439	1	2	3	
Doddaballapur	Hosur	Entry	3,606	252	251	1	5	247	234	1	1	2	
	Tumkur	Exit	2,891	202	202	0	4	198	186	1	2	3	
	Tumkur	Entry	2,975	207	205	2	4	203	192	1	1	2	
	Hosur	Exit	3,283	230	228	2	5	225	212	1	2	3	
Bellary	Hosur	Entry	3,491	245	245	0	5	240	227	1	1	2	
	Tumkur	Exit	4,166	292	292	0	6	286	269	1	2	3	
	Tumkur	Entry	3,367	236	232	4	5	231	219	1	1	2	
	Hosur	Exit	4,987	349	344	5	7	342	321	1	2	3	
Hennur	Hosur	Entry	4,457	312	311	1	6	306	289	1	2	3	
	Tumkur	Exit	4,451	311	310	1	6	305	286	1	2	3	
	Tumkur	Entry	1,169	82	82	0	2	80	76	1	1	2	
	Hosur	Exit	1,158	81	80	1	2	79	75	1	1	2	
Additional IC No2	Hosur	Entry	1,304	91	91	0	2	89	84	1	1	2	
	Tumkur	Exit	1,357	95	95	0	2	93	87	1	1	2	
	Tumkur	Entry	3,095	217	217	0	4	213	201	1	1	2	
	Hosur	Exit	3,043	213	213	0	4	209	196	1	2	3	
Old Madras Road	Hosur	Entry	1,038	73	73	0	1	72	68	1	1	2	
	Tumkur	Exit	1,044	74	74	0	1	73	68	1	1	2	
	Tumkur	Entry	7,039	493	492	1	10	483	457	1	2	3	
	Hosur	Exit	7,291	510	509	1	10	500	470	1	2	3	
Whitefield	Hosur	Entry	3,918	274	269	5	5	269	254	1	2	3	
	Tumkur	Exit	3,975	278	273	5	5	273	256	1	2	3	
	Tumkur	Entry	3,053	213	213	0	4	209	198	1	2	3	
	Hosur	Exit	3,411	238	238	0	5	233	219	1	2	3	
Additional IC No3	Hosur	Entry	6,297	441	435	6	9	432	409	1	2	3	
	Tumkur	Exit	6,365	445	439	6	9	436	410	1	2	3	
	Tumkur	Entry	411	28	28	0	1	27	26	1	1	2	
	Hosur	Exit	319	22	22	0	0	22	20	1	1	2	
Hoskote-Anekal Rd	Hosur	Entry	2,598	182	180	2	4	178	169	1	1	2	
	Tumkur	Exit	5,785	405	403	2	8	397	373	1	2	3	
	Tumkur	Entry	4,846	339	337	2	7	332	315	1	2	3	
	Hosur	Exit	2,638	184	182	2	4	180	169	1	1	2	
Sarjapur	Hosur	Entry	5,303	371	370	1	7	364	344	1	2	3	
	Tumkur	Exit	1,777	124	121	3	2	122	114	1	1	2	
	Tumkur	Entry	2,177	153	150	3	3	150	142	1	1	2	
	Hosur	Exit	5,372	375	374	1	7	368	345	1	2	3	
Hosur	Tumkur	Entry	18,274	1,279	1,266	13	25	1,254	1,187	1	4	5	
	Nice Rd	Exit	19,354	1,355	1,342	13	27	1,328	1,248	1	5	6	

出典：調査団

表 2.3.5　　2022 年 ケース 2,3（ETC：5%、T&G：8%、マニュアル：87%）

2022 年、ETC と T&G の使用率は同じ比率である。

IC	Toward	Entry /Exit	Daily Traffic Volume	Peak Hours Traffic Volume (7%)			No. of Vehicles with ETC	No. of Vehicles with Manual and T&G	Modified No. of Vehicles with Considering T&G on Mix Lanes	Required No. of ETC Lane	Required No. of Manual, T&G Lane	Total No. of required lane	Remark
			Total	Total	Regular -sized	Large-sized							
Tumkur	Hosur	Entry	17,132	1,199	1,191	8	60	1,139	1,079	1	4	5	
	Nice Rd	Exit	11,786	825	819	6	41	784	737	1	3	4	
Hessaraghatta	Hosur	Entry	2,654	186	186	0	9	177	167	1	1	2	
	Tumkur	Exit	1,851	129	129	0	6	123	115	1	1	2	
Additional IC No.1	Hosur	Entry	3,907	273	273	0	14	259	246	1	2	3	
	Tumkur	Exit	3,913	273	273	0	14	259	244	1	2	3	
	Tumkur	Entry	3,584	251	250	1	13	239	226	1	1	2	
	Hosur	Exit	6,829	477	475	2	24	453	426	1	2	3	
Doddaballapur	Hosur	Entry	3,606	252	251	1	13	239	227	1	1	2	
	Tumkur	Exit	2,891	202	202	0	10	192	180	1	1	2	
	Tumkur	Entry	2,975	207	205	2	10	197	152	1	1	2	
	Hosur	Exit	3,283	230	228	2	11	219	205	1	2	3	
Bellary	Hosur	Entry	3,491	245	245	0	12	233	220	1	1	2	
	Tumkur	Exit	4,166	292	292	0	15	277	261	1	2	3	
	Tumkur	Entry	3,367	236	232	4	12	224	212	1	1	2	
	Hosur	Exit	4,987	349	344	5	17	332	312	1	2	3	
Hennur	Hosur	Entry	4,457	312	311	1	16	296	281	1	2	3	
	Tumkur	Exit	4,451	311	310	1	16	296	278	1	2	3	
	Tumkur	Entry	1,169	82	82	0	4	78	74	1	1	2	
	Hosur	Exit	1,158	81	80	1	4	77	72	1	1	2	
Additional IC No2	Hosur	Entry	1,304	91	91	0	5	86	82	1	1	2	
	Tumkur	Exit	1,357	95	95	0	5	90	85	1	1	2	
	Tumkur	Entry	3,095	217	217	0	11	206	195	1	1	2	
	Hosur	Exit	3,043	213	213	0	11	202	190	1	2	3	
Old Madras Road	Hosur	Entry	1,038	73	73	0	4	69	66	1	1	2	
	Tumkur	Exit	1,044	74	74	0	4	70	66	1	1	2	
	Tumkur	Entry	7,039	493	492	1	25	468	443	1	2	3	
	Hosur	Exit	7,291	510	509	1	25	485	455	1	2	3	
Whitefield	Hosur	Entry	3,918	274	269	5	13	261	247	1	2	3	
	Tumkur	Exit	3,975	278	273	5	14	264	248	1	2	3	
	Tumkur	Entry	3,053	213	213	0	11	202	192	1	1	2	
	Hosur	Exit	3,411	238	238	0	12	226	212	1	2	3	
Additional IC No3	Hosur	Entry	6,297	441	435	6	22	419	397	1	2	3	
	Tumkur	Exit	6,365	445	439	6	22	423	398	1	2	3	
	Tumkur	Entry	411	28	28	0	1	27	25	1	1	2	
	Hosur	Exit	319	22	22	0	1	21	20	1	1	2	
Hoskote-Anekal Rd	Hosur	Entry	2,598	182	180	2	9	173	164	1	1	2	
	Tumkur	Exit	5,785	405	403	2	20	385	362	1	2	3	
	Tumkur	Entry	4,846	339	337	2	17	322	305	1	2	3	
	Hosur	Exit	2,638	184	182	2	9	175	164	1	1	2	
Sarjapur	Hosur	Entry	5,303	371	370	1	19	353	334	1	2	3	
	Tumkur	Exit	1,777	124	121	3	6	118	111	1	1	2	
	Tumkur	Entry	2,177	153	150	3	8	146	138	1	1	2	
	Hosur	Exit	5,372	375	374	1	19	356	335	1	2	3	
Hosur	Tumkur	Entry	18,274	1,279	1,266	13	63	1,216	1,151	1	4	5	
	Nice Rd	Exit	19,354	1,355	1,342	13	67	1,288	1,210	1	5	6	

出典：調査団

表 2.3.6　　2030 年 ケース 1 （ETC: 18%, T&G: 24%, マニュアル: 58%）

IC	Toward	Entry /Exit	Daily Traffic Volume	Peak Hours Traffic Volume (7%)			No. of Vehicles with ETC	No. of Vehicles with Manual and T&G	Modified No. of Vehicles with Considering T&G on Mix Lanes	Required No. of ETC Lane	Required No. of Manual, T&G Lane	Total No. of required lane	Remark
			Total	Total	Regular -sized	Large-sized							
Tumkur	Hosur	Entry	38,295	2,680	2,661	19	479	2,201	1,849	1	5	6	
	Nice Rd	Exit	30,965	2,168	2,153	15	388	1,780	1,458	1	5	6	
Hessaraghatta	Hosur	Entry	4,255	297	296	1	53	244	205	1	1	2	
	Tumkur	Exit	3,609	252	251	1	45	207	169	1	1	2	
Additional IC No.1	Hosur	Entry	7,221	506	505	1	91	415	349	1	2	3	
	Tumkur	Exit	6,539	458	457	1	82	376	308	1	2	3	
	Tumkur	Entry	7,269	509	508	1	91	418	351	1	2	3	
	Hosur	Exit	9,214	645	641	4	115	530	434	1	2	3	
Doddaballapur	Hosur	Entry	6,021	422	420	2	76	346	291	1	2	3	
	Tumkur	Exit	4,827	338	336	2	60	278	227	1	2	3	
	Tumkur	Entry	4,998	350	347	3	62	288	242	1	2	3	
	Hosur	Exit	6,733	472	469	3	84	388	317	1	2	3	
Bellary	Hosur	Entry	6,671	466	459	7	83	383	322	1	2	3	
	Tumkur	Exit	5,468	383	378	5	68	315	258	1	2	3	
	Tumkur	Entry	9,057	634	626	8	113	521	438	1	2	3	
	Hosur	Exit	7,250	508	500	8	90	418	342	1	2	3	
Hennur	Hosur	Entry	5,558	389	388	1	70	319	268	1	2	3	
	Tumkur	Exit	5,898	414	413	1	74	340	278	1	2	3	
	Tumkur	Entry	3,625	254	254	0	46	208	175	1	1	2	
	Hosur	Exit	3,350	234	233	1	42	192	157	1	1	2	
Additional IC No2	Hosur	Entry	2,444	171	171	0	31	140	118	1	1	2	
	Tumkur	Exit	2,409	168	168	0	30	138	113	1	1	2	
	Tumkur	Entry	6,223	436	435	1	78	358	300	1	2	3	
	Hosur	Exit	6,214	435	434	1	78	357	292	1	2	3	
Old Madras Road	Hosur	Entry	3,179	223	222	1	40	183	154	1	1	2	
	Tumkur	Exit	2,618	183	183	0	33	150	123	1	1	2	
	Tumkur	Entry	8,441	591	588	3	106	485	408	1	2	3	
	Hosur	Exit	8,437	591	588	3	106	485	397	1	2	3	
Whitefield	Hosur	Entry	7,394	517	511	6	92	425	357	1	2	3	
	Tumkur	Exit	7,562	530	524	6	94	436	357	1	2	3	
	Tumkur	Entry	5,299	371	368	3	66	305	256	1	2	3	
	Hosur	Exit	6,390	448	442	6	80	368	302	1	2	3	
Additional IC No3	Hosur	Entry	2,204	154	151	3	27	127	107	1	1	2	
	Tumkur	Exit	9,525	667	663	4	119	548	448	1	2	3	
	Tumkur	Entry	2,470	173	172	1	31	142	119	1	1	2	
	Hosur	Exit	10,306	722	721	1	130	592	485	1	2	3	
Hoskote-Anekal Rd	Hosur	Entry	8,457	591	588	3	106	485	408	1	2	3	
	Tumkur	Exit	4,746	332	328	4	59	273	224	1	2	3	
	Tumkur	Entry	6,863	480	478	2	86	394	331	1	2	3	
	Hosur	Exit	8,632	604	599	5	108	496	406	1	2	3	
Sarjapur	Hosur	Entry	6,672	467	466	1	84	383	322	1	2	3	
	Tumkur	Exit	2,675	188	185	3	33	155	127	1	1	2	
	Tumkur	Entry	8,497	595	589	6	106	489	411	1	2	3	
	Hosur	Exit	4,786	335	335	0	60	275	225	1	2	3	
Hosur	Tumkur	Entry	27,290	1,911	1,893	18	341	1,570	1,319	1	4	5	
	Nice Rd	Exit	27,331	1,913	1,895	18	341	1,572	1,287	1	5	6	

出典：調査団

表 2.3.7　　2030 年 ケース 2 （ETC: 29%, T&G: 24%, マニュアル: 47%）

IC	Toward	Entry /Exit	Daily Traffic Volume	Peak Hours Traffic Volume (7%)			No. of Vehicles with ETC	No. of Vehicles with Manual and T&G	Modified No. of Vehicles with Considering T&G on Mix Lanes	Required No. of ETC Lane	Required No. of Manual, T&G Lane	Total No. of required lane	Remark
			Total	Total	Regular -sized	Large- sized							
Tumkur	Hosur	Entry	38,295	2,680	2,661	19	772	1,908	1,603	1	5	6	
	Nice Rd	Exit	30,965	2,168	2,153	15	624	1,544	1,264	1	5	6	
Hessaraghatta	Hosur	Entry	4,255	297	296	1	86	211	177	1	1	2	
	Tumkur	Exit	3,609	252	251	1	73	179	147	1	1	2	
Additional IC No.1	Hosur	Entry	7,221	506	505	1	146	360	302	1	2	3	
	Tumkur	Exit	6,539	458	457	1	133	325	267	1	2	3	
	Tumkur	Entry	7,269	509	508	1	147	362	304	1	1	2	
	Hosur	Exit	9,214	645	641	4	186	459	376	1	2	3	
Doddaballapur	Hosur	Entry	6,021	422	420	2	122	300	252	1	2	3	
	Tumkur	Exit	4,827	338	336	2	97	241	197	1	2	3	
	Tumkur	Entry	4,998	350	347	3	101	249	209	1	1	2	
	Hosur	Exit	6,733	472	469	3	136	336	275	1	2	3	
Bellary	Hosur	Entry	6,671	466	459	7	133	333	280	1	2	3	
	Tumkur	Exit	5,468	383	378	5	110	273	224	1	2	3	
	Tumkur	Entry	9,057	634	626	8	182	452	380	1	2	3	
	Hosur	Exit	7,250	508	500	8	145	363	297	1	2	3	
Hennur	Hosur	Entry	5,558	389	388	1	113	276	232	1	1	2	
	Tumkur	Exit	5,898	414	413	1	120	294	241	1	2	3	
	Tumkur	Entry	3,625	254	254	0	74	180	151	1	1	2	
	Hosur	Exit	3,350	234	233	1	68	166	136	1	1	2	
Additional IC No2	Hosur	Entry	2,444	171	171	0	50	121	102	1	1	2	
	Tumkur	Exit	2,409	168	168	0	49	119	98	1	1	2	
	Tumkur	Entry	6,223	436	435	1	126	310	260	1	2	3	
	Hosur	Exit	6,214	435	434	1	126	309	253	1	2	3	
Old Madras Road	Hosur	Entry	3,179	223	222	1	64	159	133	1	1	2	
	Tumkur	Exit	2,618	183	183	0	53	130	106	1	1	2	
	Tumkur	Entry	8,441	591	588	3	171	420	353	1	2	3	
	Hosur	Exit	8,437	591	588	3	171	420	344	1	2	3	
Whitefield	Hosur	Entry	7,394	517	511	6	148	369	310	1	2	3	
	Tumkur	Exit	7,562	530	524	6	152	378	310	1	2	3	
	Tumkur	Entry	5,299	371	368	3	107	264	222	1	1	2	
	Hosur	Exit	6,390	448	442	6	128	320	262	1	2	3	
Additional IC No3	Hosur	Entry	2,204	154	151	3	44	110	93	1	1	2	
	Tumkur	Exit	9,525	667	663	4	192	475	389	1	2	3	
	Tumkur	Entry	2,470	173	172	1	50	123	103	1	1	2	
	Hosur	Exit	10,306	722	721	1	209	513	420	1	2	3	
Hoskote-Anekal Rd	Hosur	Entry	8,457	591	588	3	171	420	353	1	2	3	
	Tumkur	Exit	4,746	332	328	4	95	237	194	1	2	3	
	Tumkur	Entry	6,863	480	478	2	139	341	287	1	2	3	
	Hosur	Exit	8,632	604	599	5	174	430	352	1	2	3	
Sarjapur	Hosur	Entry	6,672	467	466	1	135	332	279	1	2	3	
	Tumkur	Exit	2,675	188	185	3	54	134	110	1	1	2	
	Tumkur	Entry	8,497	595	589	6	171	424	356	1	2	3	
	Hosur	Exit	4,786	335	335	0	97	238	195	1	2	3	
Hosur	Tumkur	Entry	27,290	1,911	1,893	18	549	1,362	1,144	1	4	5	
	Nice Rd	Exit	27,331	1,913	1,895	18	550	1,363	1,116	1	4	5	

出典：調査団

表 2.3.8　　2030 年 ケース 3 （ETC: 33%, T&G: 24%, マニュアル: 43%）

IC	Toward	Entry /Exit	Daily Traffic Volume	Peak Hours Traffic Volume (7%)			No. of Vehicles with ETC	No. of Vehicles with Manual and T&G	Modified No. of Vehicles with Considering T&G on Mix Lanes	Required No. of ETC Lane	Required No. of Manual, T&G Lane	Total No. of required lane	Remark
			Total	Total	Regular -sized	Large-sized							
Tumkur	Hosur	Entry	38,295	2,680	2,661	19	878	1,802	1,514	1	5	6	
	Nice Rd	Exit	30,965	2,168	2,153	15	710	1,458	1,194	1	4	5	
Hessaraghatta	Hosur	Entry	4,255	297	296	1	98	199	167	1	1	2	
	Tumkur	Exit	3,609	252	251	1	83	169	139	1	1	2	
Additional IC No.1	Hosur	Entry	7,221	506	505	1	167	339	285	1	2	3	
	Tumkur	Exit	6,539	458	457	1	151	307	252	1	2	3	
	Tumkur	Entry	7,269	509	508	1	168	341	287	1	2	3	
	Hosur	Exit	9,214	645	641	4	212	433	355	1	2	3	
Doddaballapur	Hosur	Entry	6,021	422	420	2	139	283	238	1	1	2	
	Tumkur	Exit	4,827	338	336	2	111	227	186	1	2	3	
	Tumkur	Entry	4,998	350	347	3	115	235	198	1	1	2	
	Hosur	Exit	6,733	472	469	3	155	317	260	1	2	3	
Bellary	Hosur	Entry	6,671	466	459	7	151	315	264	1	2	3	
	Tumkur	Exit	5,468	383	378	5	125	258	211	1	2	3	
	Tumkur	Entry	9,057	634	626	8	207	427	359	1	2	3	
	Hosur	Exit	7,250	508	500	8	165	343	281	1	2	3	
Hennur	Hosur	Entry	5,558	389	388	1	128	261	219	1	1	2	
	Tumkur	Exit	5,898	414	413	1	136	278	227	1	2	3	
	Tumkur	Entry	3,625	254	254	0	84	170	143	1	1	2	
	Hosur	Exit	3,350	234	233	1	77	157	129	1	1	2	
Additional IC No2	Hosur	Entry	2,444	171	171	0	56	115	96	1	1	2	
	Tumkur	Exit	2,409	168	168	0	55	113	92	1	1	2	
	Tumkur	Entry	6,223	436	435	1	144	292	246	1	2	3	
	Hosur	Exit	6,214	435	434	1	143	292	239	1	2	3	
Old Madras Road	Hosur	Entry	3,179	223	222	1	73	150	126	1	1	2	
	Tumkur	Exit	2,618	183	183	0	60	123	100	1	1	2	
	Tumkur	Entry	8,441	591	588	3	194	397	333	1	2	3	
	Hosur	Exit	8,437	591	588	3	194	397	325	1	2	3	
Whitefield	Hosur	Entry	7,394	517	511	6	169	348	293	1	2	3	
	Tumkur	Exit	7,562	530	524	6	173	357	292	1	2	3	
	Tumkur	Entry	5,299	371	368	3	121	250	210	1	1	2	
	Hosur	Exit	6,390	448	442	6	146	302	247	1	2	3	
Additional IC No3	Hosur	Entry	2,204	154	151	3	50	104	88	1	1	2	
	Tumkur	Exit	9,525	667	663	4	219	448	367	1	2	3	
	Tumkur	Entry	2,470	173	172	1	57	116	98	1	1	2	
	Hosur	Exit	10,306	722	721	1	238	484	396	1	2	3	
Hoskote-Anekal Rd	Hosur	Entry	8,457	591	588	3	194	397	333	1	2	3	
	Tumkur	Exit	4,746	332	328	4	108	224	183	1	2	3	
	Tumkur	Entry	6,863	480	478	2	158	322	271	1	2	3	
	Hosur	Exit	8,632	604	599	5	198	406	333	1	2	3	
Sarjapur	Hosur	Entry	6,672	467	466	1	154	313	263	1	2	3	
	Tumkur	Exit	2,675	188	185	3	61	127	104	1	1	2	
	Tumkur	Entry	8,497	595	589	6	194	401	337	1	2	3	
	Hosur	Exit	4,786	335	335	0	111	224	184	1	2	3	
Hosur	Tumkur	Entry	27,290	1,911	1,893	18	625	1,286	1,081	1	4	5	
	Nice Rd	Exit	27,331	1,913	1,895	18	625	1,288	1,054	1	4	5	

出典：調査団

表 2.3.9　　2040 年 ケース 1（ETC：34%、T&G：34%、マニュアル：32%）

IC	Toward	Entry /Exit	Daily Traffic Volume	Peak Hours Traffic Volume (7%)			No. of Vehicles with ETC	No. of Vehicles with Manual and T&G	Modified No. of Vehicles with Considering T&G on Mix Lanes	Required No. of ETC Lane	Required No. of Manual, T&G Lane	Total No. of required lane	Remark
			Total	Total	Regular -sized	Large-sized							
Tumkur	Hosur	Entry	42,302	2,961	2,917	44	992	1,969	1,523	1	5	6	
	Nice Rd	Exit	52,825	3,698	3,651	47	1,241	2,457	1,826	2	5	7	
Hessaraghatta	Hosur	Entry	13,339	934	927	7	315	619	479	1	2	3	
	Tumkur	Exit	5,677	398	392	6	133	265	197	1	2	3	
Additional IC No.1	Hosur	Entry	7,700	539	535	4	182	357	276	1	2	3	
	Tumkur	Exit	6,468	452	449	3	153	299	223	1	2	3	
	Tumkur	Entry	6,731	471	467	4	159	312	241	1	2	3	
	Hosur	Exit	10,094	706	701	5	238	468	348	1	2	3	
Doddaballapur	Hosur	Entry	5,690	398	395	3	134	264	204	1	1	2	
	Tumkur	Exit	8,429	590	586	4	199	391	290	1	2	3	
	Tumkur	Entry	4,559	319	315	4	107	212	164	1	1	2	
	Hosur	Exit	4,548	319	316	3	107	212	157	1	1	2	
Bellary	Hosur	Entry	4,079	286	260	26	88	198	153	1	1	2	
	Tumkur	Exit	4,134	289	264	25	90	199	148	1	1	2	
	Tumkur	Entry	12,028	842	825	17	281	562	434	1	2	3	
	Hosur	Exit	9,657	676	664	12	226	450	335	1	2	3	
Hennur	Hosur	Entry	9,336	653	647	6	220	433	335	1	2	3	
	Tumkur	Exit	8,172	572	569	3	193	379	281	1	2	3	
	Tumkur	Entry	4,239	297	296	1	101	196	152	1	1	2	
	Hosur	Exit	4,403	308	306	2	104	204	152	1	1	2	
Additional IC No2	Hosur	Entry	5,537	388	387	1	132	256	198	1	1	2	
	Tumkur	Exit	4,379	306	305	1	104	202	150	1	1	2	
	Tumkur	Entry	6,657	466	464	2	158	308	238	1	1	2	
	Hosur	Exit	6,341	444	442	2	150	294	218	1	2	3	
Old Madras Road	Hosur	Entry	2,903	203	203	0	69	134	104	1	1	2	
	Tumkur	Exit	3,498	245	245	0	83	162	120	1	1	2	
	Tumkur	Entry	9,018	631	624	7	212	419	324	1	2	3	
	Hosur	Exit	8,235	576	568	8	193	383	285	1	2	3	
Whitefield	Hosur	Entry	6,083	426	422	4	143	283	218	1	1	2	
	Tumkur	Exit	5,798	406	401	5	136	270	200	1	2	3	
	Tumkur	Entry	10,881	761	751	10	255	506	391	1	2	3	
	Hosur	Exit	14,114	988	974	14	331	657	488	1	2	3	
Additional IC No3	Hosur	Entry	10,117	708	700	8	238	470	363	1	2	3	
	Tumkur	Exit	9,422	659	651	8	221	438	325	1	2	3	
	Tumkur	Entry	9,741	682	678	4	231	451	349	1	2	3	
	Hosur	Exit	7,459	522	519	3	176	346	257	1	2	3	
Hoskote-Anekal Rd	Hosur	Entry	6,428	450	445	5	151	299	231	1	1	2	
	Tumkur	Exit	5,647	395	391	4	133	262	195	1	2	3	
	Tumkur	Entry	11,563	809	803	6	273	536	414	1	2	3	
	Hosur	Exit	5,081	355	351	4	119	236	175	1	1	2	
Sarjapur	Hosur	Entry	11,700	819	792	27	269	550	425	1	2	3	
	Tumkur	Exit	3,615	253	250	3	85	168	125	1	1	2	
	Tumkur	Entry	1,972	138	136	2	46	92	71	1	1	2	
	Hosur	Exit	11,061	775	747	28	254	521	387	1	2	3	
Hosur	Tumkur	Entry	39,626	2,774	2,746	28	934	1,840	1,423	1	4	5	
	Nice Rd	Exit	35,082	2,455	2,427	28	825	1,630	1,212	1	5	6	

出典：調査団

表 2.3.10　　2040 年 ケース-2 （ETC: 46%, T&G: 34%, マニュアル: 20%）

IC	Toward	Entry /Exit	Daily Traffic Volume	Peak Hours Traffic Volume (7%)			No. of Vehicles with ETC	No. of Vehicles with Manual and T&G	Modified No. of Vehicles with Considering T&G on Mix Lanes	Required No. of ETC Lane	Required No. of Manual, T&G Lane	Total No. of required lane	Remark
			Total	Total	Regular -sized	Large-sized							
Tumkur	Hosur	Entry	42,302	2,961	2,917	44	1,342	1,619	1,252	2	4	6	
	Nice Rd	Exit	52,825	3,698	3,651	47	1,679	2,019	1,501	2	5	7	
Hessaraghatta	Hosur	Entry	13,339	934	927	7	426	508	393	1	2	3	
	Tumkur	Exit	5,677	398	392	6	180	218	162	1	1	2	
Additional IC No.1	Hosur	Entry	7,700	539	535	4	246	293	227	1	1	2	
	Tumkur	Exit	6,468	452	449	3	207	245	182	1	2	3	
	Tumkur	Entry	6,731	471	467	4	215	256	198	1	1	2	
	Hosur	Exit	10,094	706	701	5	322	384	285	1	2	3	
Doddaballapur	Hosur	Entry	5,690	398	395	3	182	216	167	1	1	2	
	Tumkur	Exit	8,429	590	586	4	270	320	238	1	2	3	
	Tumkur	Entry	4,559	319	315	4	145	174	135	1	1	2	
	Hosur	Exit	4,548	319	316	3	145	174	129	1	1	2	
Bellary	Hosur	Entry	4,079	286	260	26	120	166	129	1	1	2	
	Tumkur	Exit	4,134	289	264	25	121	168	125	1	1	2	
	Tumkur	Entry	12,028	842	825	17	380	463	358	1	2	3	
	Hosur	Exit	9,657	676	664	12	305	371	275	1	2	3	
Hennur	Hosur	Entry	9,336	653	647	6	298	355	275	1	2	3	
	Tumkur	Exit	8,172	572	569	3	262	310	231	1	2	3	
	Tumkur	Entry	4,239	297	296	1	136	161	124	1	1	2	
	Hosur	Exit	4,403	308	306	2	141	167	124	1	1	2	
Additional IC No2	Hosur	Entry	5,537	388	387	1	178	210	162	1	1	2	
	Tumkur	Exit	4,379	306	305	1	140	166	123	1	1	2	
	Tumkur	Entry	6,657	466	464	2	213	253	195	1	1	2	
	Hosur	Exit	6,341	444	442	2	203	241	179	1	1	2	
Old Madras Road	Hosur	Entry	2,903	203	203	0	93	110	85	1	1	2	
	Tumkur	Exit	3,498	245	245	0	113	132	98	1	1	2	
	Tumkur	Entry	9,018	631	624	7	287	344	266	1	2	3	
	Hosur	Exit	8,235	576	568	8	261	315	234	1	2	3	
Whitefield	Hosur	Entry	6,083	426	422	4	194	232	179	1	1	2	
	Tumkur	Exit	5,798	406	401	5	184	222	165	1	1	2	
	Tumkur	Entry	10,881	761	751	10	345	416	321	1	2	3	
	Hosur	Exit	14,114	988	974	14	448	540	401	1	2	3	
Additional IC No3	Hosur	Entry	10,117	708	700	8	322	386	299	1	2	3	
	Tumkur	Exit	9,422	659	651	8	299	360	267	1	2	3	
	Tumkur	Entry	9,741	682	678	4	312	370	286	1	2	3	
	Hosur	Exit	7,459	522	519	3	239	283	211	1	2	3	
Hoskote-Anekal Rd	Hosur	Entry	6,428	450	445	5	205	245	190	1	1	2	
	Tumkur	Exit	5,647	395	391	4	180	215	160	1	1	2	
	Tumkur	Entry	11,563	809	803	6	369	440	340	1	2	3	
	Hosur	Exit	5,081	355	351	4	161	194	144	1	1	2	
Sarjapur	Hosur	Entry	11,700	819	792	27	364	455	352	1	2	3	
	Tumkur	Exit	3,615	253	250	3	115	138	103	1	1	2	
	Tumkur	Entry	1,972	138	136	2	63	75	58	1	1	2	
	Hosur	Exit	11,061	775	747	28	344	431	321	1	2	3	
Hosur	Tumkur	Entry	39,626	2,774	2,746	28	1,263	1,511	1,168	2	4	6	
	Nice Rd	Exit	35,082	2,455	2,427	28	1,116	1,339	995	1	4	5	

出典：調査団

表 2.3.11　　2040 年 ケース-3 （ETC: 50%, T&G: 34%, マニュアル: 16%）

IC	Toward	Entry /Exit	Daily Traffic Volume	Peak Hours Traffic Volume (7%)			No. of Vehicles with ETC	No. of Vehicles with Manual and T&G	Modified No. of Vehicles with Considering T&G on Mix Lanes	Required No. of ETC Lane	Required No. of Manual, T&G Lane	Total No. of required lane	Remark
			Total	Total	Regular -sized	Large-sized							
Tumkur	Hosur	Entry	42,302	2,961	2,917	44	1,459	1,503	1,162	2	4	6	
	Nice Rd	Exit	52,825	3,698	3,651	47	1,826	1,873	1,392	2	5	7	
Hessaraghatta	Hosur	Entry	13,339	934	927	7	464	471	364	1	2	3	
	Tumkur	Exit	5,677	398	392	6	196	202	150	1	1	2	
Additional IC No.1	Hosur	Entry	7,700	539	535	4	268	272	210	1	1	2	
	Tumkur	Exit	6,468	452	449	3	225	228	169	1	1	2	
	Tumkur	Entry	6,731	471	467	4	234	238	184	1	1	2	
	Hosur	Exit	10,094	706	701	5	351	356	264	1	2	3	
Doddaballapur	Hosur	Entry	5,690	398	395	3	198	201	155	1	1	2	
	Tumkur	Exit	8,429	590	586	4	293	297	221	1	2	3	
	Tumkur	Entry	4,559	319	315	4	158	162	125	1	1	2	
	Hosur	Exit	4,548	319	316	3	158	161	120	1	1	2	
Bellary	Hosur	Entry	4,079	286	260	26	130	156	121	1	1	2	
	Tumkur	Exit	4,134	289	264	25	132	157	117	1	1	2	
	Tumkur	Entry	12,028	842	825	17	413	430	332	1	2	3	
	Hosur	Exit	9,657	676	664	12	332	344	256	1	2	3	
Hennur	Hosur	Entry	9,336	653	647	6	324	330	255	1	2	3	
	Tumkur	Exit	8,172	572	569	3	285	288	214	1	2	3	
	Tumkur	Entry	4,239	297	296	1	148	149	115	1	1	2	
	Hosur	Exit	4,403	308	306	2	153	155	115	1	1	2	
Additional IC No2	Hosur	Entry	5,537	388	387	1	194	195	150	1	1	2	
	Tumkur	Exit	4,379	306	305	1	153	154	114	1	1	2	
	Tumkur	Entry	6,657	466	464	2	232	234	181	1	1	2	
	Hosur	Exit	6,341	444	442	2	221	223	166	1	1	2	
Old Madras Road	Hosur	Entry	2,903	203	203	0	102	102	78	1	1	2	
	Tumkur	Exit	3,498	245	245	0	123	123	91	1	1	2	
	Tumkur	Entry	9,018	631	624	7	312	319	247	1	2	3	
	Hosur	Exit	8,235	576	568	8	284	292	217	1	2	3	
Whitefield	Hosur	Entry	6,083	426	422	4	211	215	166	1	1	2	
	Tumkur	Exit	5,798	406	401	5	201	206	153	1	1	2	
	Tumkur	Entry	10,881	761	751	10	376	386	298	1	2	3	
	Hosur	Exit	14,114	988	974	14	487	501	372	1	2	3	
Additional IC No3	Hosur	Entry	10,117	708	700	8	350	358	277	1	2	3	
	Tumkur	Exit	9,422	659	651	8	326	334	248	1	2	3	
	Tumkur	Entry	9,741	682	678	4	339	343	265	1	2	3	
	Hosur	Exit	7,459	522	519	3	260	263	195	1	2	3	
Hoskote-Anekal Rd	Hosur	Entry	6,428	450	445	5	223	228	176	1	1	2	
	Tumkur	Exit	5,647	395	391	4	196	200	148	1	1	2	
	Tumkur	Entry	11,563	809	803	6	402	408	315	1	2	3	
	Hosur	Exit	5,081	355	351	4	176	180	133	1	1	2	
Sarjapur	Hosur	Entry	11,700	819	792	27	396	423	327	1	2	3	
	Tumkur	Exit	3,615	253	250	3	125	128	95	1	1	2	
	Tumkur	Entry	1,972	138	136	2	68	70	54	1	1	2	
	Hosur	Exit	11,061	775	747	28	374	402	298	1	2	3	
Hosur	Tumkur	Entry	39,626	2,774	2,746	28	1,373	1,401	1,083	2	4	6	
	Nice Rd	Exit	35,082	2,455	2,427	28	1,214	1,242	923	2	4	6	

出典：調査団

表 2.3.12　　2022 年と 2040 年における料金所ブースの必要数

IC +A2:L43	Toward	Entry /Exit	Year of 2022			Year of 2030			Year of 2040			Difference (2040-2022)		
			Case-1	Case-2	Case-3	Case-1	Case-2	Case-3	Case-1	Case-2	Case-3	Case-1	Case-2	Case-3
Tumkur	Hosur	Entry	5	5	5	6	6	6	6	6	6	1	1	1
	Nice Rd	Exit	4	4	4	6	6	5	8	7	7	4	3	3
Hessaraghatta	Hosur	Entry	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1
	Tumkur	Exit	2	2	2	2	2	2	3	2	2	1	0	0
Additional IC No.1	Hosur	Entry	3	3	3	3	3	3	3	2	2	0	-1	-1
	Tumkur	Exit	3	3	3	3	3	3	3	3	2	0	0	-1
	Tumkur	Entry	2	2	2	3	2	3	3	2	2	1	0	0
	Hosur	Exit	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0
Doddaballapur	Hosur	Entry	2	2	2	3	3	2	2	2	2	0	0	0
	Tumkur	Exit	3	2	2	3	3	3	3	3	3	0	1	1
	Tumkur	Entry	2	2	2	3	2	2	2	2	2	0	0	0
	Hosur	Exit	3	3	3	3	3	3	2	2	2	-1	-1	-1
Bellary	Hosur	Entry	2	2	2	3	3	3	2	2	2	0	0	0
	Tumkur	Exit	3	3	3	3	3	3	2	2	2	-1	-1	-1
	Tumkur	Entry	2	2	2	3	3	3	3	3	3	1	1	1
	Hosur	Exit	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0
Hennur	Hosur	Entry	3	3	3	3	2	2	3	3	3	0	0	0
	Tumkur	Exit	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0
	Tumkur	Entry	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0
	Hosur	Exit	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0
Additional IC No2	Hosur	Entry	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0
	Tumkur	Exit	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0
	Tumkur	Entry	2	2	2	3	3	3	2	2	2	0	0	0
	Hosur	Exit	3	3	3	3	3	3	3	2	2	0	-1	-1
Old Madras Road	Hosur	Entry	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0
	Tumkur	Exit	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0
	Tumkur	Entry	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0
	Hosur	Exit	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0
Whitefield	Hosur	Entry	3	3	3	3	3	3	2	2	2	-1	-1	-1
	Tumkur	Exit	3	3	3	3	3	3	3	2	2	0	-1	-1
	Tumkur	Entry	3	2	2	3	2	2	3	3	3	0	1	1
	Hosur	Exit	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0
Additional IC No3	Hosur	Entry	3	3	3	2	2	2	3	3	3	0	0	0
	Tumkur	Exit	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0
	Tumkur	Entry	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1
	Hosur	Exit	2	2	2	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Hoskote-Anekal Rd	Hosur	Entry	2	2	2	3	3	3	2	2	2	0	0	0
	Tumkur	Exit	3	3	3	3	3	3	3	2	2	0	-1	-1
	Tumkur	Entry	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0
	Hosur	Exit	2	2	2	3	3	3	2	2	2	0	0	0
Sarjapur	Hosur	Entry	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0
	Tumkur	Exit	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0
	Tumkur	Entry	2	2	2	3	3	3	2	2	2	0	0	0
	Hosur	Exit	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0
Hosur	Tumkur	Entry	5	5	5	5	5	5	5	6	6	0	1	1
	Nice Rd	Exit	6	6	6	6	5	5	6	5	6	0	-1	0

出典：調査団

いずれの場合においても、Tumkur と Hosur に位置し本線料金所となる BPRR の起終点で多くの料金所ブースを必要とする傾向がある。特に Tumkur は、両方向とも 7 レーンを構築する必要がある。その他の中間に位置するジャンクションは、各方向とも 3 ブースずつが必要となる。追加 3 箇所のジャンクションは他のもともと計画されていたジャンクションよりも利用車両数が多くなることが明らかとなったため、追加ジャンクションを設置する重要性が確認された。

(2) 結論

JICA 調査団は、各 JCT の料金所ブース数について下表のとおり推奨する。

表 2.3.13　　各 JCT での料金所ブース数

Tumkur	Hosur	Entry	7
	Nice Rd	Exit	7
Hessaraghatta	Hosur	Entry	3
	Tumkur	Exit	3
Additional IC No.1	Hosur	Entry	3
	Tumkur	Exit	3
	Tumkur	Entry	3
	Hosur	Exit	3
Doddaballapur	Hosur	Entry	3
	Tumkur	Exit	3
	Tumkur	Entry	3
	Hosur	Exit	3
Bellary	Hosur	Entry	3
	Tumkur	Exit	3
	Tumkur	Entry	3
	Hosur	Exit	3
Hennur	Hosur	Entry	3
	Tumkur	Exit	3
	Tumkur	Entry	3
	Hosur	Exit	3
Additional IC No2	Hosur	Entry	3
	Tumkur	Exit	3
	Tumkur	Entry	3
	Hosur	Exit	3
Old Madras Road	Hosur	Entry	3
	Tumkur	Exit	3
	Tumkur	Entry	3
	Hosur	Exit	3
Whitefield	Hosur	Entry	3
	Tumkur	Exit	3
	Tumkur	Entry	3
	Hosur	Exit	3
Additional IC No3	Hosur	Entry	3
	Tumkur	Exit	3
	Tumkur	Entry	3
	Hosur	Exit	3
Hoskote-Anekal Rd	Hosur	Entry	3
	Tumkur	Exit	3
	Tumkur	Entry	3
	Hosur	Exit	3
Sarjapur	Hosur	Entry	3
	Tumkur	Exit	3
	Tumkur	Entry	3
	Hosur	Exit	3
Hosur	Tumkur	Entry	6
	Nice Rd	Exit	6

出典：調査団

2.4 サービスエリア

(1) DPR に対する助言および提言

Final DPR にはサービスエリア（休憩施設）に関する記述がなされていない。BPRR と NICE Road から成るアクセスコントロールされた環状道路の全長は 106km となる。例えば、貨物トラックが、Mysore Road から Old Madras Road へ走行する場合、ドライバーが休むことなく、全線の約半分を走行することになる。

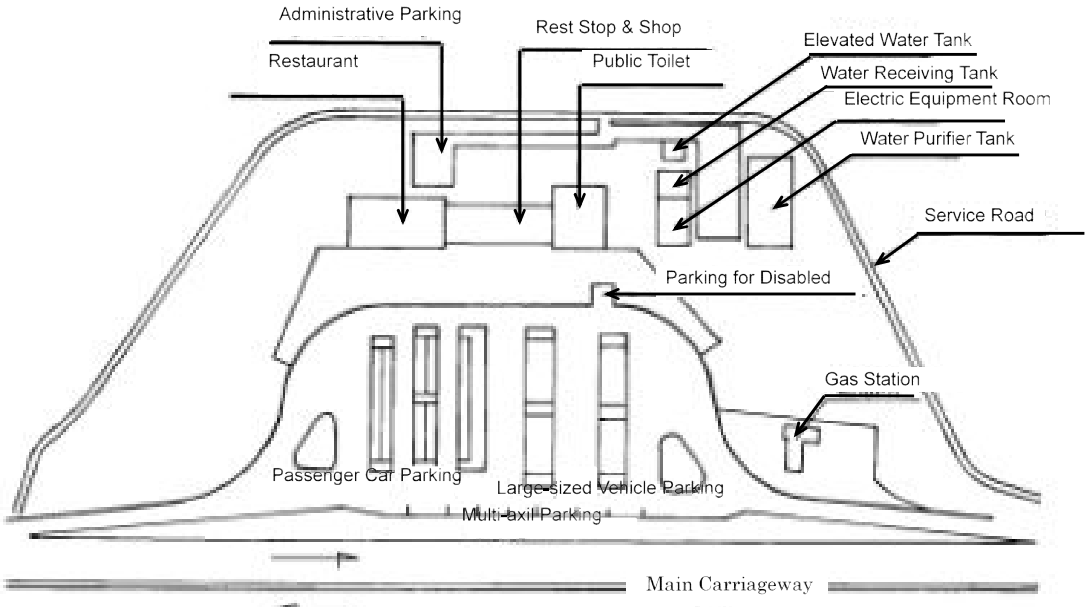
運転者の精神的疲労、生理的欲求やガソリンの補給を考えると、BPRR に休憩施設を設けることは運転者の利便性と安全性を向上させることとなる。したがって、調査団は、BPRR 沿いのどこかに休憩施設を構築することを推奨する。最低限休憩施設に求められる要件を以下に示す。

- 駐車場（乗用車、トラック、トレーラー）
- トイレ
- ショップ

上記に加え、用地内でユーザーの必要性があれば、以下の施設を設置することも考えられる。

- レストラン
- ガソリンスタンド
- 自動車修理施設
- 庭

休憩施設は、レストランや店舗にテナントの権利を与える代わりに、収入を得ることもできる。また、近くの農家などが、休憩施設内のスペースにマーケットを開くことなども可能となる。



出典：設計要領第４集　幾何構造編（NEXCO）

図 2.4.1　　日本での休憩施設のレイアウト（例）

(2) 結論

用地取得に時間がかかるため、休憩施設は BPRR の供用開始後に再検討される可能性がある。側道についてもサービスアリア外縁に沿って線形修正される必要がある。

3 章　構造物設計

3.1　概要

DPR の構造物設計に対するレビュー結果に基づき、表 3.1.1 に示す項目において DULT, BDA および STUP に対し助言および提案を行った。また、協議結果に従い下記参考図面を作成した。

- Typical Cross Sections of Bridge Structure (Appendix 1-A)
- Typical Cross Sections of Box Culvert Structure (Appendix 1-A)
- Structural Layout Plan on Road Profile Drawings (Appendix 1-C)

表 3.1.1　調査団からのコメント事項

No.	目次 (本テクニカルレビュー報告書(Draft))			参照 (Discussion Papers)	
1	3.2 橋梁構造物	3.2.1 計画基準および条件	3.2.1.1 地質条件	Section 1.1.1.1	DP-S01 (06052015)
2			3.2.1.2 交差道路および交差鉄道	Section 1.1.1.2	
3			3.2.1.3 建築限界	Section 1.1.1.3	
4			3.2.1.4 下部工位置	Section 1.1.1.4	
5			3.2.1.5 架設上の要求事項(上部工)	Section 1.1.1.5	
6			3.2.1.6 VOP/POP の橋脚位置	Section 1.1.1.1	DP-S02 (13052015)
7			3.2.1.7 擁壁の最大高さ	Section 1.1.1.2	DP-S02 (13052015)
				Section 1.1.1.1	DP-S03 (18052015)
8			3.2.1.8 断面図(幅員)	Section 1.1.1.2	DP-S03 (18052015)
9		3.2.2 設計基準および設計条件	3.2.2.1 適用可能な設計基準	Section 1.1.2.1	DP-S01 (06052015)
10			3.2.2.2 設計年数	Section 1.1.2.2	
11			3.2.2.3 共用区分(重要度区分)	Section 1.1.2.3	
12			3.2.2.4 橋梁の有効温度範囲	Section 1.1.2.4	
13			3.2.2.5 設計水平震度	Section 1.1.2.5	
14		3.2.3 橋梁計画	3.2.3.1 上部工形式	Section 1.1.2.1	DP-S02 (13052015)
15			3.2.3.2 下部工形式	Section 1.1.2.2	
16			3.2.3.3 基礎形式	Section 1.1.2.3	
17			3.2.3.4 斜角	Section 1.1.2.4	
18			3.2.3.5 橋梁計画	Section 1.1.2.5	
19			3.2.3.6 橋梁付属物計画	Section 1.1.2.6	
20			3.2.3.7 構造寸法	Section 1.1.1.3	DP-S03 (18052015)
21	3.3 ﾎﾞｯｸｽｶﾙﾊﾞｰﾄ構造物	3.3.1 ボックスカルバート計画		Section 1.2.1	
22		3.3.2 施工方法		Section 1.2.2	
				Section 1.3	DP-C01 (18052015)
				Section 1.4	
23		3.3.3 ボックスカルバートの部材厚		Section 1.2.3	DP-S03 (18052015)
24		3.3.4 アンダーパスにおける排水ポンプ		Section 1.2.4	

出典:調査団

<u>注記:</u>

- 作業の効率化のため、”橋梁”と”ボックスカルバート”を構造形式により区分している。
  (インド基準で定義されている区分とは異なっている)
- 測点(KM)は Final DPR(R5)図面間において矛盾が生じているため、本報告書では道路平面・縦断図面の測点に従っている。

3.2　橋梁構造物

3.2.1　計画基準および条件

3.2.1.1　地質条件

(1)　DPR に対する助言および提案

DPR においては計画路線沿線の地質条件は調査されておらず未記載である。

2015 年 4 月 28 日開催のキックオフミーティングにおいて、DPR 段階では土地の所有権上の問題により地質調査が行われなかったことが確認された。地質調査は構造物の予備計画や数量把握のため DPR 段階においても必要であり、行われない場合は詳細設計段階において建設費が当初予算から乖離する懸念がある。

調査団は、BPRR 近傍の他プロジェクトにおける既存のボーリング結果や試験結果を収集し地質条件を暫定確認することを推奨した。

(2)　結論

DULT, BDA および STUP は詳細設計時に地質調査を行う事に同意した。

過去の実績よりベンガルール地域の支持層の深さは地表面より 2m～13m と想定される。Appendix 1-E に受領した過去の地質調査報告書 (NH-4,Bangalore-Nelamangala Section, KM16+100) を示す。

3.2.1.2　交差道路および交差鉄道

(1)　DPR に対する助言および提案

DPR の表 6-1 から表 6-6 において交差する道路、鉄道が整理されているが、現況や将来計画の記載がない。また、地点毎の断面構成や関連機関（道路、鉄道管理者）との協議議事録等の経緯も言及されていない。

調査団は、本業務は DPR に記載がある現況と将来計画に基づいて実施することを説明した。一方で、設計の再作業を防ぐために詳細設計開始後早期に関係機関と現況・将来計画の確認（協議議事録等の取り交わし）を実施するよう助言した。

(2)　結論

DPR は 2007 年に行われた測量結果（交差する道路、鉄道の状況）に基づいて作成されていることを確認した。

DULT, BDA および STUP は、D/D 開始段階において関係機関と現況・将来計画の確認を行う事に同意した。

3.2.1.3　建築限界

(1)　DPR に対する助言および提案

DPR において、交差する道路（VOP/VUP）、歩道（POP/PUP）の建築限界(h=5.5m および h=4.5m)は定義されているが、本線および側道に対する建築限界は定義されていない。また、現状および将来の電化を考慮した鉄道交差位置の建築限界についても言及されていない。

調査団は上記指摘箇所において建築限界を定義することを推奨した。なお、鉄道交差部における建築限界は鉄道管理者に確認する必要がある。

(2)　結論

DPR において、本線および測道における建築限界は h=5.5m として計画されていることが確認された。鉄道交差部における建築限界は、インド基準（IRC）では最小で h=6.575m、最大で h=8.14m と明示されている。

BDA は、早期に鉄道会社と必要建築限界について確認する事に同意した。

3.2.1.4　下部工位置

(1)　DPR に対する助言および提案

下部工位置に関する計画基準は、橋梁計画において大いに重要であるが DPR には明確に説明されていない。

調査団は現地踏査を実施し、下部工が交差道路の外側のみに計画されている場合、大部分の橋梁においてその下部工位置で容認できると判断した。ただし、経済性と施工性の観点から、国道および鉄道において配置可能な下部工位置について関連機関に確認することを推奨した。

図 3.2.1　　国道交差部における下部工位置

NH-4 (KM00+000)

NH-7 (Km18+637)

NH-4 (KM36+233)

NH-7 (KM65+538)

出典: 調査団

図 3.2.2　　鉄道交差部における下部工位置

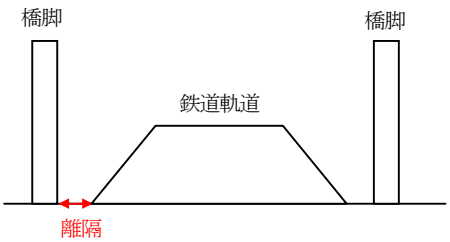
Tumkur Railway Line (KM04+212)

Doddaballapur Railway Line (KM15+158)

Chikkaballapura Railway Line (KM16+061)

Chennai Railway Line (KM43+125)

Hosur Railway Line (KM59+198)



必要な場合、側道のスペースを考慮する必要がある

橋脚配置可能位置のイメージ図

出典: 調査団

(2)　結論

1) 国道交差部

国道交差部において、下部工配置が可能な位置は以下の通りである。

- KM00+000 (NH-4), KM65+538 (NH-7): 中央分離帯に配置可能
- KM18+637 (NH-7): アンダーパスとして計画
- KM36+233 (NH-4): NH-4 内には配置不可

2) 鉄道交差部

鉄道交差部において、将来の鉄道拡幅計画のため ROW 内には下部工は配置できない事が確認された。各鉄道交差位置における ROW は以下の通りである。

- KM04+212 (Tumkur), KM59+198 (Hosur): 60m
- KM15+158 (Doddaballapur), KM16+061 (Chikkaballapur): 60m
- KM43+125 (Chennai): 70m

3.2.1.5 架設上の要求事項（上部工）

(1) DPR に対する助言および提案

DPR には架設方法(上部工)に対する要求事項は言及されていない。

調査団の現地踏査結果より、州道および下級道路における要求事項は交通量と周辺開発状況から大きな問題はないと考えられる。対して、国道および鉄道においては制約条件が厳しいと想定されることから、関係機関と下記要求事項を確認することを推奨した。

- 交差道路の交通規制 (迂回路/車線数, 時間/期間)
- 交差道路、鉄道における架設作業の時間/期間
- 交差道路、鉄道における架設方法

図 3.2.3 架設方法

場所打ち支保工架設工法

クレーン架設工法

スパンバイスパン工法

大ブロック工法

出典: 日本プレストレスト・コンクリート建設業協会, 日本橋梁建設協会

(2) 結論

1) 国道交差部

場所打ち支保工架設工法(＋迂回路)は、ベンガルール地域の既往プロジェクトにおいて認められていることが確認された。

2) 鉄道交差部

場所打ち支保工架設工法(＋鉄道減速運用)は、ベンガルール地域の既往プロジェクトにおいて認められていることが確認された。

またインド基準では、鉄道の軌道中心から支保工まで 3.5m を確保すれば、軌道横に支保工を設置することが可能であることが確認された。

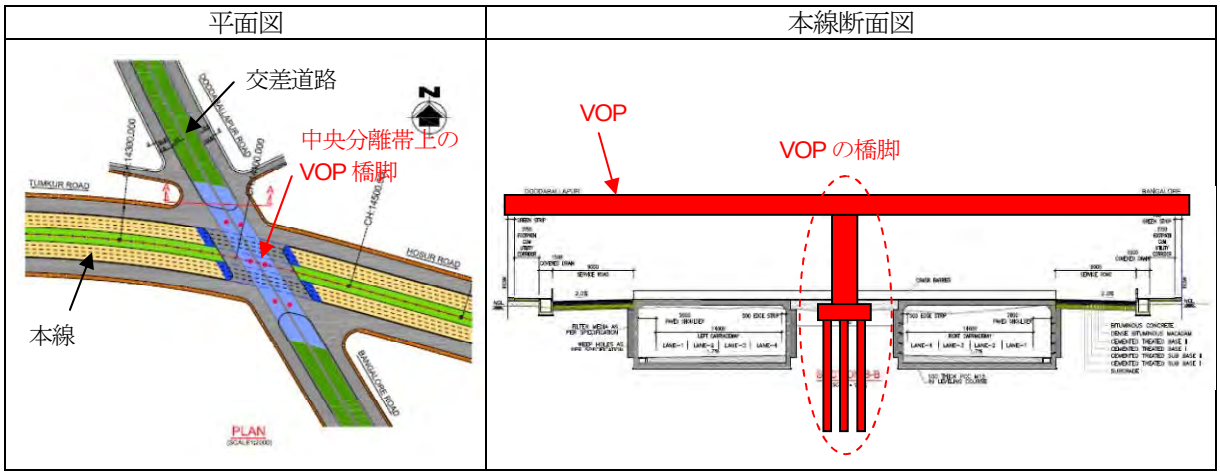
上記により、調査団は場所打ち支保工架設工法(＋鉄道減速運用)を、鉄道の低盛土箇所において用いることに同意した。

3.2.1.6 VOP/POP の橋脚位置

(1) DPR に対する助言および提案

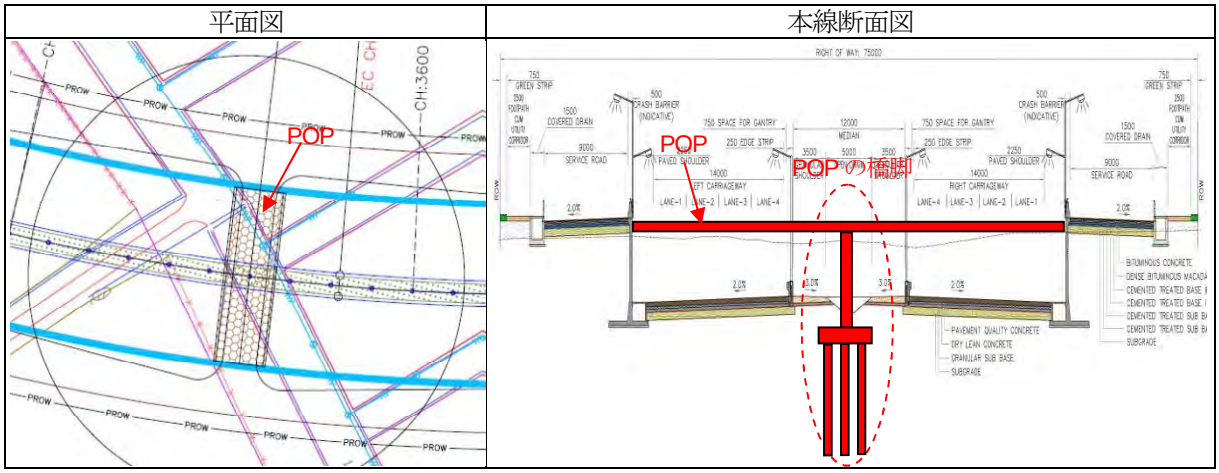
本線の中央分離帯(幅員 12m)は、将来の公共交通（BRT、メトロ等を想定）のための空間として計画されている一方で、本線と交差する跨道橋（VOP）の橋脚は中央分離帯に配置する計画となっている。また、交差歩道橋（POP）の橋脚も同様に中央分離帯に計画されている。

図 3.2.4　　例：中央分離帯上の橋脚（VOP：KM14+400）



出典: Final DPR

図 3.2.5　　例：中央分離帯上の橋脚（POP：KM03+600）



出典: Final DPR

調査団は、以下を考慮して本線中央分離帯スペースへの橋脚配置の可能性を判断する事を推奨した。

跨道橋（VOP）

橋脚を中央分離帯に計画する場合、より短い支間長の適用により建設費が安くなると想定される一方で、将来の BRT やメトロは VOP の上空に計画する必要がある。また、橋脚とアンダーパスとの近接施工を考慮した、現実的な施工方法や施工手順を慎重に検討しなければならない。

歩道橋（POP）

橋脚を中央分離帯に計画する場合、桁高の低い標準桁（PC-I 桁，PC 中空床版）を用いることで建設費が安くなると想定される。一方で、将来の BRT やメトロは POP の上空や、中央分離帯内で平面的に POP 橋脚を避ける計画とする必要がある。

(2)　結論

現時点においては、既存のメトロ路線同様の高架構造物として建設される可能性が高いことが確認された。

メトロ等の軌道系公共交通が選択される場合、軌道最急勾配は道路縦断勾配よりも小さくなる。少なくとも本線アンダーパス区間においては、軌道は高架構造として計画されることとなろう。実施機関側の見解としては、公共交通の導入、モードは未決定であり現時点で道路計画に反映されるものではないとの意見であった。したがって、先行する道路構造物に合わせて公共交通が計画されることとなる。

3.2.1.7 擁壁の最大高さ

(1) DPR に対する助言および提案

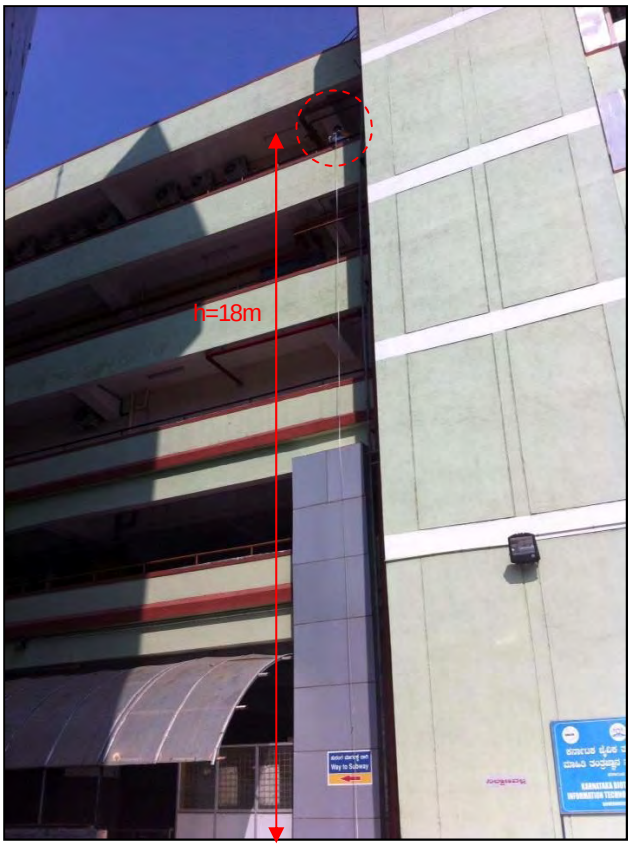
補強土壁は下記の高盛土箇所を含め、本線と側道の盛土法面全般に計画されている。

- KM43+100 (Chennai Railway Line の ROB): 中心線上において 16m
- KM59+200 (Hosur Railway Line の ROB): 中心線上において 15m

ただし、上記高さは DPR 縦断図から判読される本線中心線上での高さであり、道路両端における実際の補強土壁の最大高さは 18-20m に達する可能性も高い。

図 3.2.6 は DULT 事務所の高さ h=18m を示している。18m という高さは DULT 事務所ビルの 5 階部分に相当することを実施機関側に示した。

図 3.2.6　　例: h=18m （DULT 事務所ビル）



出典: 調査団

他国での高盛土補強土壁の施工事例を下表に示す。直高 20m を超える事例も存在するものの、高品質な置換土や非伸縮性の補強（鉄筋）を採用しており、これら対策を実施した上でも沈下が観測されているとの報告がされている（www. reinforcedearth.com 報告書参照）。

表 3.2.1　　高盛土補強土壁の事例

Location	Max. Height(m)	No. of Tiers	Year Complete	Comments (Supplier)
Crushing System Expansion, Victor, Colorado USA	32	1	2001	Mine wall supporting bridge crane. (Hilfiker)
Route 288, Richmond, Virginia USA	24	2	2002	High friction (gravel) backfill. (RECo)
Springfield Interchange, Virginia USA	20	1	2002	High friction (gravel) backfill. (RECo)
Hartsfield Airport Runway, Georgia USA	20	1	2003	Maximum total settlement of 600 mm during construction. (RECo)

出典: www.reinforcedearth.com

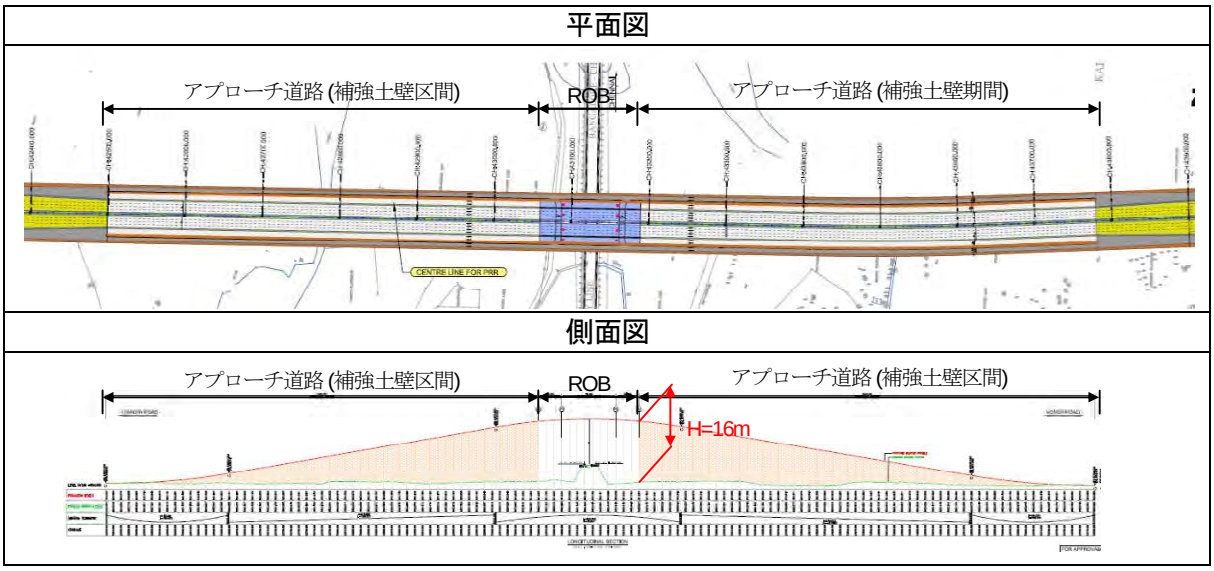
下の写真は、ベンガルール市域の直高 6m 程度の補強土壁におけるテールアルメ壁面の変形移動（沈下）を示している。

図 3.2.7　例：補強土壁の変形（国道 7 号線）

出典: 調査団

DPR で計画されている 18m を超えるような高盛土補強土壁は、実績・経験的基準高（一般的には最大 12m）を大きく超過している。採用にあたっては詳細な構造的解析が必須であるが対象地点は軟弱地盤と想定される湿地帯に位置していることからも現実的な計画とはいえない。したがって、DPR（FS 精度）では高盛土を避けて橋梁延長を延ばす等、構造形式を再考することが現実的である。

図 3.2.8　　Chennai Railway Line における補強土壁の高さ (KM43+100)



出典: Final DPR

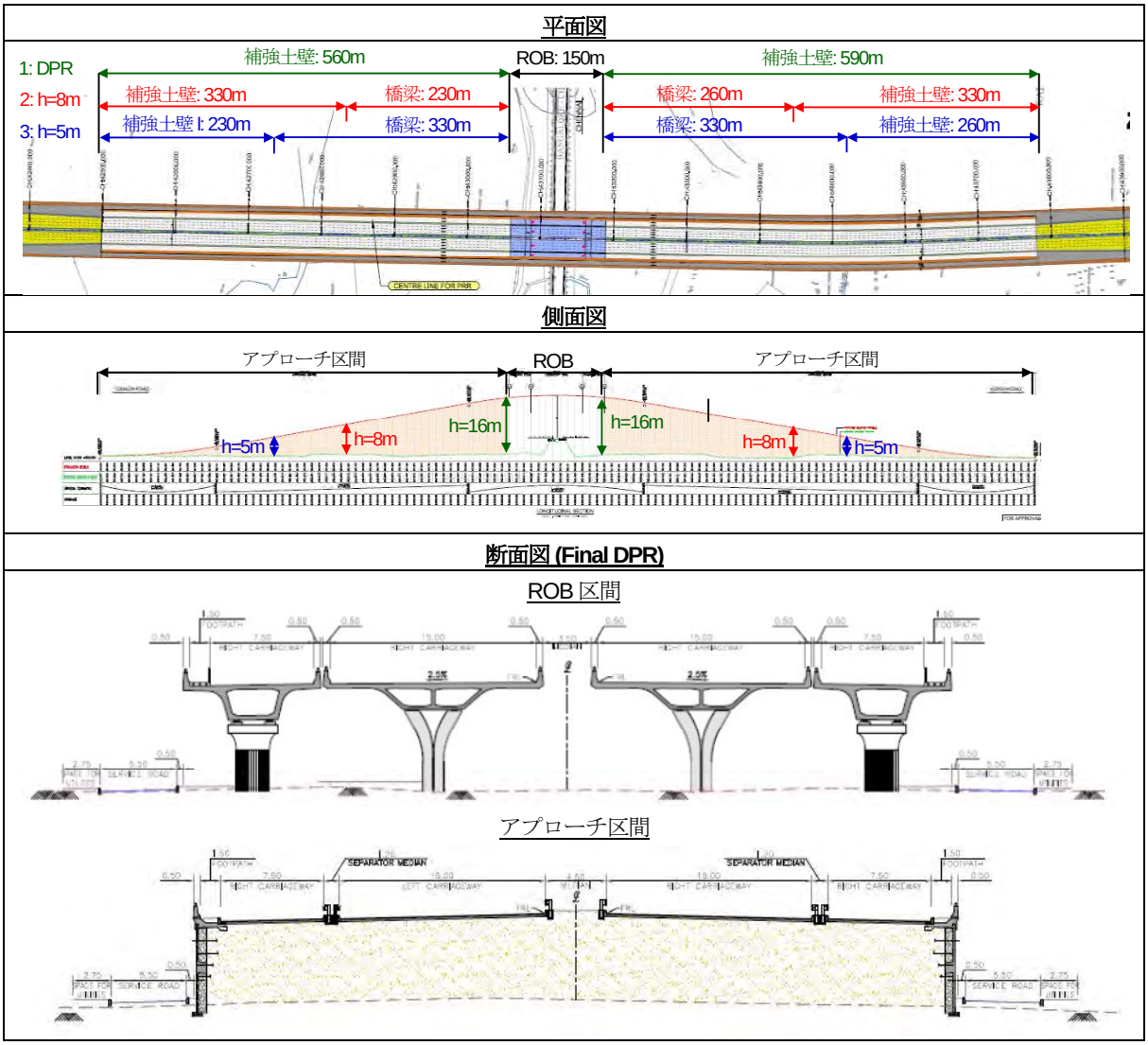
調査団は構造的側面を保証するため、橋台位置を後方に下げる(跨線橋区間を延長する)ことにより、標準的な高さの補強土壁を用いることを推奨した。高い補強土壁を用いる場合、設計期間にわたって構造的観点から下記の技術的処置が必須である。

- 設計期間において重要構造物として考慮すること
- 計画位置における詳細な地質調査を実施すること
- 静的/動的条件化において FEM を用いた安定/変形解析を行う事
- 詳細な圧密解析を行う事
- 金属/ジオシンセティックス補強等の特定補強材を使用する事
- 施工および共用期間において変形や沈下のモニタリングを行う事

高盛土補強土壁を採用する場合、地域分断等による周辺環境の改変が大きく周辺住民との合意形成も必要となろう。

橋梁区間の延長はコスト増加となる。現状では、地質条件が未確定のため、詳細設計、事業実施段階での予算超過を防ぐために橋台位置は安全側で決定すべきである。調査団は、Chennai Railway Line (KM43+100)において橋台高さを 5m や 8m とした場合の予備コスト評価を行った。将来の予算超過を防ぐために、調査団としては 2 か所の跨線橋において高さ 5m の橋台を用いることを推奨した。

図 3.2.9　Chennai Railway Line における橋台位置 (KM43+100)



出典: Final DPR

表 3.2.2　予備コスト評価（Chennai Railway Line アプローチ区間）

Item	1: DPR	2: h=8m	3: h=5m
アプローチ区間の概要	アプローチ区間 L=1,150m 起点側 補強土壁: 560m 橋梁: 0m 終点側 補強土壁: 590m 橋梁: 0m	アプローチ区間 L=1,150m 起点側 補強土壁: 330m 橋梁 (PC-I): 230m 終点側 補強土壁: 330m 橋梁 (PC-I): 260m	アプローチ区間 L=1,150m 起点側 補強土壁: 230m 橋梁 (PC-I): 330m 終点側 補強土壁: 260m 橋梁 (PC-I): 330m
予備コスト評価 (Mil. INR)			
1.PC-I 桁 1)	0	2,332	3,142
2.補強土壁 2)	804	246	117
3.軟弱地盤対策 3)	214	123	91
Total	**1,018**	**2,701**	**3,350**

出典: 調査団

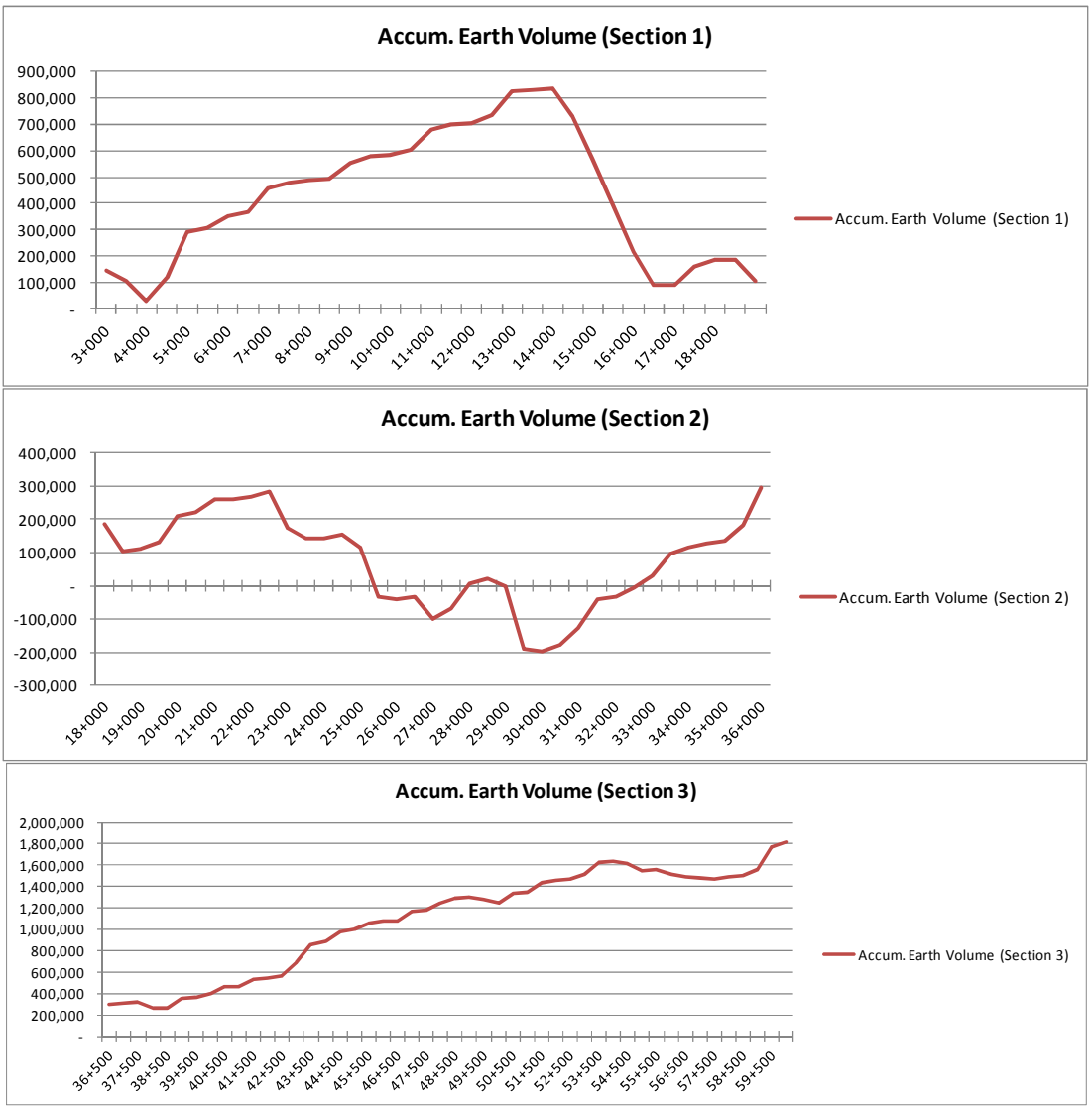
1)　幅員:本線: w=2@17.75m,側道: w=2@12m, 単価: INR80,000/m2
2)　Final DPR の単価を使用
3)　DPR に記載なし, 土の置換えを想定(D=5m), 単価: INR500/m3

注記：上記コストはアプローチ部の予備コストであり、ROB のコストは含まない。

また土工バランス(切土・盛土)の観点から、Section 3 工区での盛土量は減少されるべきである。

下図は調査団が算出した各工区における累積土工量を示している。Section 3 工区においては盛土過多となることから大規模な客土が必要となる。一方、Section 1, 2 工区における切土と盛土の土工量は概ね均衡しており現場内での土量配分が期待できる。

図 3.2.10　　各工区における累積土工量



出典: 調査団

(2)　結論

DPR 段階では地質調査と構造解析は行われていない事が確認された。

DULT, BDA および STUP は、2 箇所の ROB(Chennai and Hosur Lines) において湿地における高盛土補強土壁を避けるために橋台高を 5m となる位置まで下げることに同意した。一方で、補強土壁区間に替わりアプローチ橋梁区間が延長されるが、橋梁型式は他型式に比して安価な PC-I 桁を選択することとした。次表に予備コスト評価結果を示す。

表 3.2.3　　修正後の予備コスト評価

Item	1: DPR	2: h=8m	3: h-=5m (Agreed)
1.PC-I 桁	0	INR1,286Mil.	INR1,733Mil.
2.補強土壁	INR804Mil.	INR246Mil.	INR117Mil.
3.軟弱地盤対策	INR214Mil.	INR123Mil.	INR91Mil.
Total	INR1,018Mil.	INR1,655Mil.	INR1,941Mil.

幅員: 本線: w=2@17.75m, 側道: w=2@8.5m, 単価: INR50,000/m2
赤字: 修正箇所
出典: 調査団

上記は円借款アプレイザルに向けて事業費予算を安全側で設定するための案であり最終的な結論は、地質調査と構造解析結果に基づき詳細設計段階で決定される。
なお、上記コストはアプローチ部の予備コストであり、ROB のコストは含まない

3.2.1.8　断面図（幅員）

(1)　DPR に対する助言および提案

フライオーバー区間における側道の橋梁計画は各地点によって異なっており整合性を欠いたものであったため、フライオーバー区間における側道橋梁計画を下記の通り整理した。

- 交差点部における側道フライオーバーの有無
- 側道フライオーバーの幅員

DPR における側道の断面図は以下の通りである

図 3.2.11　　側道の断面図（道路区間）

出典: Final DPR

(2)　結論

調査団は DULT, BDA および STUP と、側道のフライオーバー区間の幅員について DPR では 8.5m(0.5m+2@3.75m+0.5m)で計画されていることを確認した。

3.2.2 設計基準および設計条件

3.2.2.1 適用可能な設計基準

(1) DPR に対する助言および提案

橋梁設計における主な設計基準は DPR 本文で言及されているが、一方で適用可能な設計基準については明確には記載されていない。

調査団は Indian Road Congress (IRC) が基本的な設計基準であることを認識したが、IRC を補足する補助的基準が必要であると思われる。また本プロジェクトに補助的基準を適用する場合、設計要求事項を担保するために IRC と同様の背景、基礎的条件を備えたものでなければならない。

調査団は下記設計基準を確認することを推奨した。

- 主要な設計基準
- 補助的設計基準(国際的な設計基準)
- 技術的仕様基準(施工)

(2) 結論

DULT, BDA, STUP および調査団間で下記項目が確認された。

- IRC は橋梁設計で必要な項目を全て網羅している
- 技術的仕様は MORTH 基準で決定されている

よって、調査団は本プロジェクトには補助的設計基準は必要無い事を確認した。

3.2.2.2 設計年数

(1) DPR に対する助言および提案

構造物設計の主要な設計基準は、DPR 本文に記載されている一方で、橋梁の設計年数については言及されていない。

調査団は本プロジェクトにおいて橋梁設計年数を定義することを推奨した。

(2) 結論

DULT, BDA および STUP より、IRC に準拠して設計年数を 100 年とするとの説明があった。

3.2.2.3 供用区分（重要度区分）

(1) DPR に対する助言および提案

DPR には、IRC における供用区分(重要度区分)の有無は記載されていない。AASHTO では供用区分は道路の社会的重要度を考慮して決定され、供用区分は下記 3 タイプに区分される。

- Critical Bridges
- Essential Bridges
- Other Bridges

上記区分により、以下の点が異なる。

- 設計荷重の調整係数
- 設計水平震度係数の再現期間

調査団は、IRC で要求されている場合は供用区分を定義することを推奨した。

(2) 結論

IRC: 6-2014, Clause 219.5.1.1, Table 8 において、重要度係数が分類されていることを確認した。DULT, BDA および STUP より、BPRR プロジェクトでは ”Important Bridges”が適用されている旨の説明があった。

3.2.2.4 橋梁の有効温度範囲

(1) DPR に対する助言および提案

主な設計基準は DPR 本文に記載されているが、橋梁の有効温度範囲は言及されていない。

調査団は、橋梁設計に適用する最高・最低温度を定義することを推奨した。

(2) 結論

IRC: 6-2014, Clause 215.2, Figures 8 - 9 において、地域ごとの最高および最低温度が定義されていることを確認した。BPRR プロジェクト対象地域における最高・最低温度は以下の通りである。

- 最高温度：45 ℃
- 最低温度：10 ℃

IRC: 6-2104, Section 215.2,によると、本事業における橋梁の有効温度は下記の通り決定される。

- コンクリート橋：37.5 ℃～17.5 ℃(平均温度±10 ℃)
- 鋼橋：60 ℃～0 ℃(最高+15 ℃～最低-10 ℃)

3.2.2.5 設計水平震度

(1) DPR に対する助言および提案

主な設計基準は DPR 本文に記載されているが、設計水平震度係数については定義されていない。

調査団は、BPRR プロジェクト橋梁設計に適用するために設計水平震度係数を定義することを推奨した。

(2) 結論

IRC: 6-2014, Clause 219.1.2, Figure 11 において、本事業区域は Zone II (最低クラス)に分類されている事が確認された。また IRC: 6-2014, Clause 219.2, Table 7 より、設計地震時水平力を決める区域係数(Z)は、本事業区域では 0.10 と定義されていることが確認された。

DULT, BDA および STUP より、IRC: 6-2014, Clause 219.2, Table 7 に記載の区域係数は、75 年確立で考慮されているとの説明があった。

IRC: 6-2014, Clause 219.1.2, Figure 11 及び Table 7 を以下に示す。

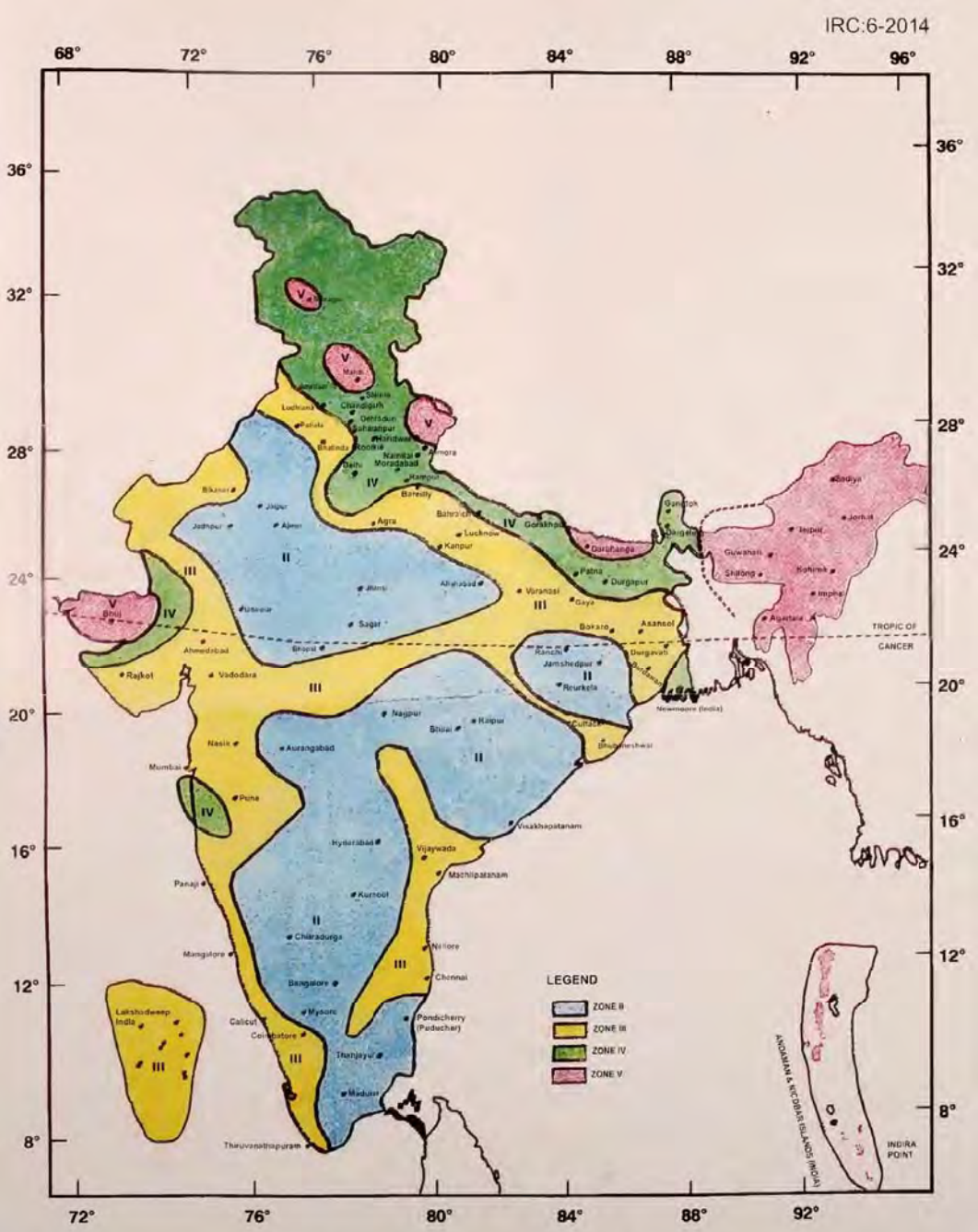


Fig. 11 Seismic Zones of India (IS 1893 (Part I):2002)

NOTE: Bridge locations and towns falling at the boundary line demarcating two zones shall be considered in the higher zone

Table 7 Zone Factor (Z)

Zone No.	Zone Factor (Z)
V	0.36
IV	0.24
III	0.16
II	0.10

出典: IRC: 6-2014

3.2.3　橋梁構造物の計画

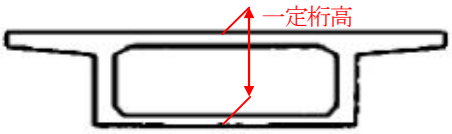
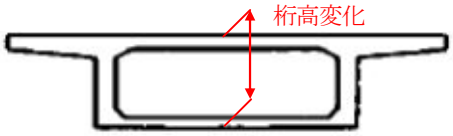
3.2.3.1　上部工形式

(1)　DPR に対する助言および提案

DPR において支間長は 30m～70m で計画されているが、上部工形式はプレキャスト PC 箱桁(桁高一定タイプ)のみである。経済性の観点から、支間長や架設条件によって桁高や死荷重を低減することや、複数の上部工形式を採用することは必要である。

調査団はベンガルール地域における既存橋梁を確認するために現地調査を行った。
ベンガルール地域の一般的な慣習を考慮し、調査団は BRPP に下記の上部工形式を適用することを推奨した。ただし、跨線橋と国道との跨道橋（フライオーバー）とは分けて計画しなければならない。

表 3.2.4　上部工形式（推奨）

支間長	断面 (イメージ図)	架設方法
35m まで	PC-I 桁 	プレキャスト (クレーン架設)
35m まで (桁高を小さくする必要がある箇所)	PC 中空床版 	場所打ち (支保工)
40m ～ 60m	PC 箱桁 (一定桁高) 	場所打ち (支保工)
60m 以上	PC 箱桁 (桁高変化) 	場所打ち (片持ち張出し架設)

出典: プレストレスト・コンクリート建設業協会

(2) 結論

DULT, BDA および STUP は調査団の提案した上部工形式に同意した。

注記:

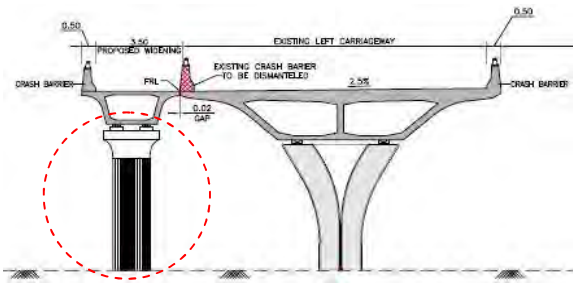
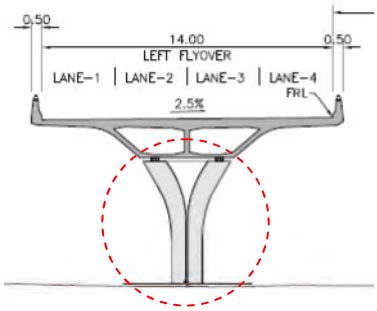
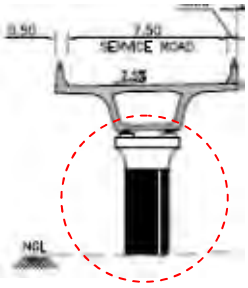
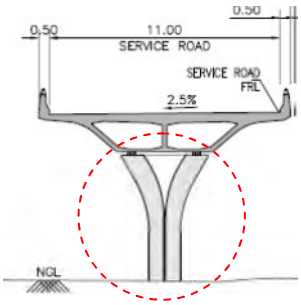
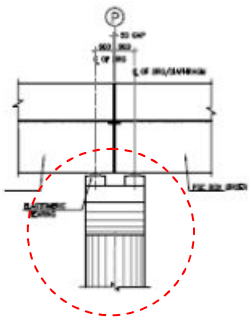
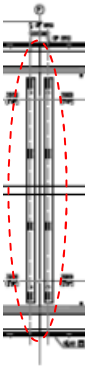
- インドでは RC-I 桁や PC ホロースラブ(プレテンション)等、他の上部工形式は支間長 20m までが一般的であることが確認された。
- 調査団は桁高を抑えるために VOP/POP において PC 中空床版橋を適用することを推奨したが、本線の縦断線形を見直した結果、桁高がクリティカルになる箇所が存在しないことが確認された。よって施工作業の品質を確保するため、VOP/POP において PC-I 桁を適用することに同意した。
- 本事業には長スパンの橋梁が無いことから、40m 以上の支間長において、プレキャスト工法の代わりに場所打ちによる PC 箱桁が適切であることが確認された。

3.2.3.2　下部工形式

(1)　DPR に対する助言および提案

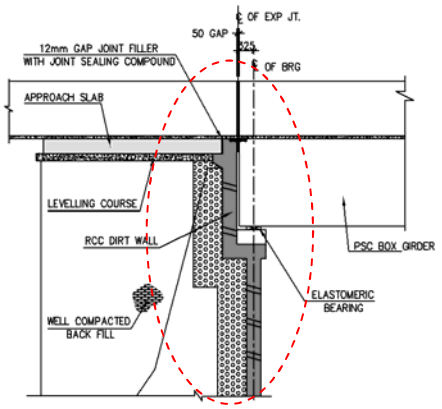
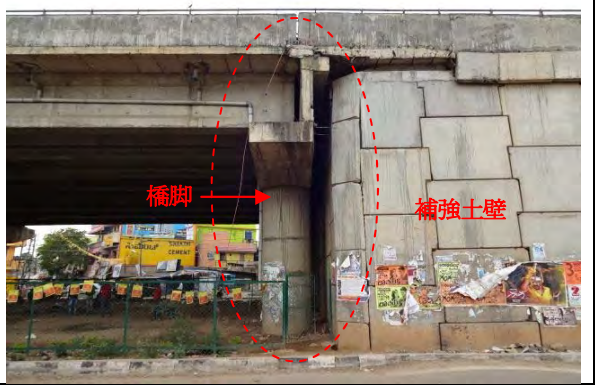
DPR では位置や道路幅により複数の下部工形式が計画されている。橋台形式は DPR に明確には記載されていないが、RC 擁壁橋台(VOV/POP)と混合橋台(他の橋梁)が計画されているように見受けられる。

表 3.2.5　橋脚のイメージ

本線	
拡幅: 円形	一般部: Y 型
 拡幅　　既存橋梁	
側道	
幅員≤8.5m: 円形	幅員>8.5m: Y 型
	
VOP/POP	
楕円形	
側面図	平面図
	

出典: Final DPR

表 3.2.6　　橋台のイメージ

RC 補強土壁橋台: VOP/POP	混合橋台: その他の橋梁
	

出典: Final DPR, 調査団

DPR における橋脚形式は、経済的かつベンガルール地域で一般的な事例のため合理的ではあるが、Y 型橋脚の橋脚幅は設計荷重を考慮し解析を行う必要がある。

調査団は、橋台形式については逆 T 式橋台を適用することを推奨した。また RC 擁壁橋台や混合橋台を適用する場合、下記の対応を推奨した。

- 橋梁構造物における沈下を防ぐために RC 擁壁橋台は切り土位置(POP や VOP 数箇所)に適用する
- 混合橋台は盛土位置に適用する

(2)　結論

調査団は、DPR における下部工形式の妥当性を確認した。

DULT, BDA および STUP より、RC 擁壁橋台は IRC を満足した形式を適用する予定である旨の説明があった。

3.2.3.3　基礎形式

(1)　DPR に対する助言および提案

下部工形式は DPR では触れられていない。これは DPR 段階では地質情報の不足により計画されていなかったためと想定される。しかしながら、基礎形式や寸法の変動は実施段階において事業費に大きな影響をもたらすため、JICA 審査の前に、現状の BPRR プロジェクト周辺地質情報を考慮して計画しなければならない。

調査団は、BPRR 周辺の地質条件(Appendix 1-E)を考慮し下記の下部工形式を適用することを推奨した。

- RC 場所打ち杭基礎(ベンガルール地域での一般的な杭径については要確認)
- 直接基礎(支持層が浅い箇所(例:5m まで))

ただし上記基礎形式を適用する場合、施工区域周辺の然るべき関係者(近隣家屋、構造物)に配慮しなければならない。

(2) 結論

インドにおいて RC 場所打ち杭と直接基礎は一般的であることが確認された。

注記:

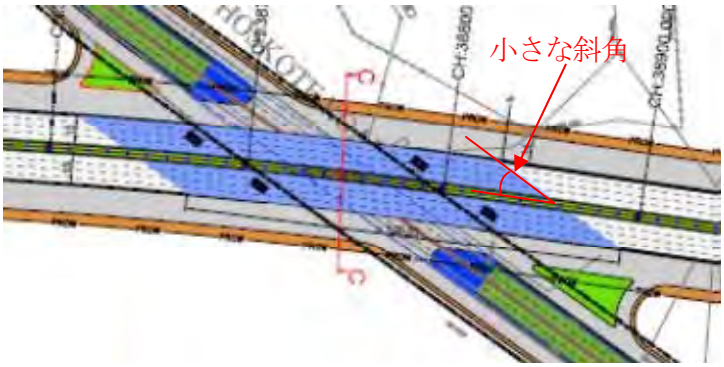
- 適用可能な場所打ち杭直径：1.0m, 1.2m, 1.5m, 2.0m (一般的には 1.0m や 1.2m)
- 場所打ち杭の最大杭間隔：3D(岩)、2D(土)

3.2.3.4 斜角

(1) DPR に対する助言および提案

DPR ではいくつかの橋梁において極端に小さな斜角が計画されているが、斜角の小さな橋梁は、設計や耐久性の面において技術的な問題が生じることが多い。

図 3.2.12 例：小さな斜角（KM38+700）

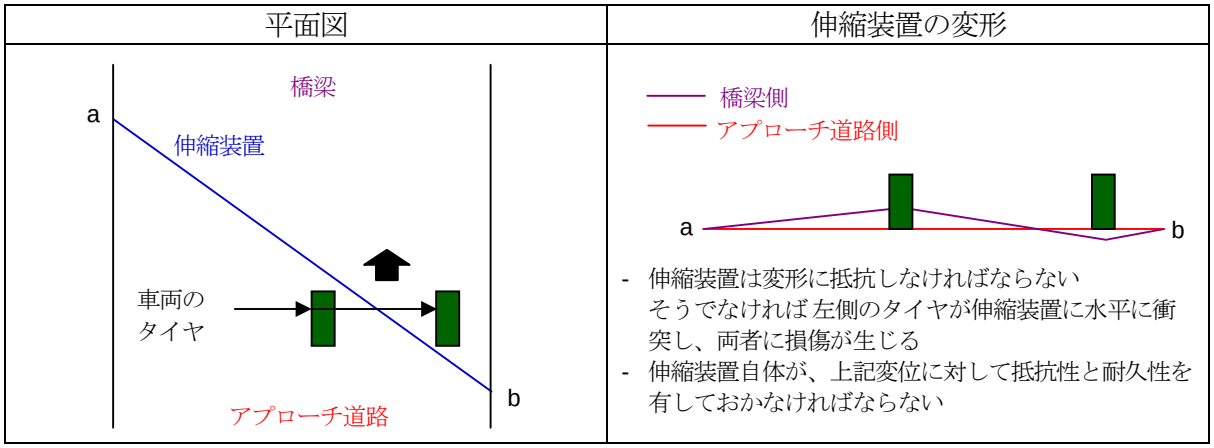


出典: Final DPR

調査団は、ねじれや橋台への非対称な土圧の作用を防ぐために、斜角を 90 度(少なくとも 70 度)に改良することを推奨した。小さい斜角(70 度以下)を適用する場合、設計段階で下記の技術的問題を解決する必要がある。

- 構造物設計においてねじれを考慮すること
- 橋台設計において、非対称な土圧の作用を考慮すること
- 発生する変位に耐える事が可能な伸縮装置を適用すること

図 3.2.13　　イメージ図:伸縮装置における変形



出典: 調査団

(2)　結論

DULT, BDA および STUP は詳細設計段階において斜角を極力修正することに同意した。

注記:

- インドにおいて斜角の小さな橋梁は一般的では無い(特別なケースのみ)
- 斜角を修正することで、橋長が伸びる事態は防ぐ必要がある

3.2.3.5　橋梁計画

(1)　DPR に対する助言および提案

DPR において、橋梁計画について明確には記載されていない。橋種や橋長の変動は実施段階において事業費に大きく影響するため、調査団は本報告書 Sections 3.2 の 3.2.3.4 に従い、JICA 審査の前に橋梁計画を行うことを推奨した。

(2)　結論

DULT, BDA, STUP および調査団は、調査団より提示された橋梁計画について協議を行い次項 Table 3.2.7 に示す案に同意した。

Structural Layout Plan on Road Profile Drawings を Appendix 1-C に示す。

調査団から提案した主な変更点：

- DULT, BDA および STUP の意見により、側道上に橋脚を配置する箇所は可能な限り標準桁を使用することとする
- DULT, BDA および STUP の過去の実績より、鉄道の運用速度を下げ鉄道 ROW 内に架設用支持台を設置することは、運営会社より許可が下りると想定される。
- 鉄道の高盛土により、Chennai および Hosur Railway Lines においては架設用支持台を鉄道 ROW 内に設置することは困難であり、急速架設工法による 3 径間鋼箱桁を用いる計画とした。

注記:

- DULT, BDA および STUP は国道・鉄道運営会社と協議し、クリアランス、構造形式、架設方法について承認を得る予定である。
- Chennai および Hosur Railway Lines における上部工形式は、鉄道運営会社より技術的妥当性が確認され承認が降りた場合、D/D 段階において Chennai および Hosur Railway Lines 以外の BPRR 本線の橋梁のような構造計画に修正される可能性がある。
- その他の上部工計画についても、D/D 段階で地質調査や構造解析の結果により経済性や技術的妥当性が確認された場合、修正される可能性がある。

表 3.2.7　　橋梁計画

No.	Station	Bridge Category	Location	Cross Object	Width1)	Clearance (under BR) Vertical	Clearance (under BR) Horizontal	Bridge Length2)	Span Arrange.	Bridge Skew Angle	Superstructure	Erection Method	Substructure Abutment	Substructure Pier	Remarks
1	KM00+000	Flyover	Main Road	NH-4	4m	5.5m	Existing BR	60m	2@30m	82.8	PC-I	Truck Crane	Mixed	Round	Widening of Existing Bridge at Tumkur Road JCT
2	KM03+560	POP	Cross Road (Local Road)	Main Road (Underpass)	8.5m	5.5m	Main Road	46.5m	2@23.25m	90.0	PC-I	Truck Crane	RC Retaining Wall	Oval	Planned Pier on Median of BPRR
3	KM04+212	ROB, Flyover	Main Road, Service Road	Bangalore-Tumkur Railway Line, SH39	8.5m,2@17.75m,8.5m	Rail: 8.14m Road: 5.5m	Rail: 60m Road: 40m	195m	1@60m+3@45m	75.1	PC Box (Constant)	CIP (Staging)	Mixed	Main Road: Y Service Road: Round	Assumed to allow temporary support structure inside railway ROW with reduced speed operation by railway operator
4	KM14+435	VOP	Cross Road (Local Road)	Main Road (Underpass), Service Road	2@12m	5.5m	Service Road	120m	4@30m	90.0	PC-I	Track Crane	Mixed	Y	Planned Piers on Median of BPRR Planned Piers on Service Road
5	KM14+800	POP	Cross Road (Local Road)	Main Road, Service Road (Underpass, TP Section)	8.5m	5.5m	Service Road	80m	2@40m	90.0	PC Box (Constant)	CIP (Staging)	RC Retaining Wall	Oval	Temporary Plan To be updated in the beginning of D/D stage with the taper design at toll plaza section.
6	KM15+600	POP	Cross Road (Local Road)	Main Road, Service Road (Underpass, TP Section)	8.5m	5.5m	Service Road	120m	2@60m	90.0	PC Box (Constant)	CIP (Staging)	RC Retaining Wall	Oval	
7	KM23+400	VOP	Cross Road (SH104)	Main Road (Underpass)	2@8.5m	5.5m	Main Road	46.5m	2@23.25m	90.0	PC-I	Track Crane	RC Retaining Wall	Oval	Planned Piers on Median of BPRR
8	KM25+604	VOP	Cross Road (Local Road)	Main Road (Underpass), Service Road	2@8.5m	5.5m	Service Road	120m	4@30m	90.0	PC-I	Track Crane	Mixed	Round	Planned Piers on Median of BPRR Planned Piers on Service Road
9	KM27+145	VOP	Cross Road (Local Road)	Main Road (Underpass)	2@8.5m	5.5m	Main Road	46.5m	2@23.25m	90.0	PC-I	Track Crane	RC Retaining Wall	Oval	Planned Pier on Median of BPRR
10	KM29+770	VOP	Cross Road (Local Road)	Main Road (Underpass)	2@8.5m	5.5m	Main Road	46.5m	2@23.25m	90.0	PC-I	Track Crane	RC Retaining Wall	Oval	Planned Piers on Median of BPRR
11	KM36+323	Flyover	Main Road	NH-4	8.5m,2@17.75m,8.5m	5.5m	NH-4: 60m	60m	1@60m	73.4	PC Box (Constant)	CIP (Staging)	Mixed	-----	Assumed to allow temporary support structure inside NH-4 ROW with detour roads by national highway operator
12	KM37+760	VOP	Cross Road (SH35)	Main Road (Underpass)	2@8.5m	5.5m	Main Road	46.5m	2@23.25m	90.0	PC-I	Track Crane	RC Retaining Wall	Oval	Planned Piers on Median of BPRR
13	KM38+769	Flyover	Main Road	Cross Road (Local Road) (Underpass)	2@17.75m	5.5m	Cross Road	140m	40m+60m+40m	90.0	PC Box (Constant)	CIP (Staging)	Mixed	T (Round Column)	Planned Piers on Service Road of Cross Road Left Carrigeway: Pier on CH:38+660, 38+700, 38+760, Right Carrigiway: Pier on CH:38+698, 38+738, 38+798,
14	KM43+125	ROB	Main Road, Service Road	Bangalore-Chennai Railway Line	8.5m,2@17.75m,8.5m	Rail: 8.14m	Rail: 70m	810m3)	11@30m, 40m+70m+40m, 11@30m	90.0	PC-I, Steel Box, PC-I	Truck Crane, Rapid Erection, Truck Crane	Mixed	Main Road: T (Round Column) Service Road: Round	Planned steel box girder by reason of difficulty for applying temporary support structure inside railway ROW.
15	KM49+430	POP	Cross Road (Local Road)	Main Road (Underpass)	8.5m	5.5m	Main Road	46.5m	2@23.25m	90.0	PC-I	Track Crane	RC Retaining Wall	Oval	Planned Pier on Median of BPRR
16	KM53+221	Flyover	Main Road	Cross Road (SH35) (Underpass)	2@17.75m	5.5m	Cross Road	90m	3@30m	90.0	PC-I	Track Crane	Mixed	Y	Planned Piers on Service Road of Cross Road
17	KM54+580	POP	Cross Road (Local Road)	Main Road (Underpass)	8.5m	5.5m	Main Road	46.5m	2@23.25m	90.0	PC-I	Track Crane	RC Retaining Wall	Oval	Planned Pier on Median of BPRR
18	KM55+911	VOP	Cross Road (Local Road)	Main Road (Underpass), Service Road	2@8.5m	5.5m	Service Road	120m	4@30m	90.0	PC-I	Track Crane	Mixed	Round	Planned Piers on Median of BPRR Planned Piers on Service Road
19	KM59+198	ROB	Main Road, Service Road	Bangalore-Hosur Railway Line	8.5m,2@17.75m,8.5m	Rail: 8.14m	Rail: 60m	790m3)	11@30m, 35m+60m+35m, 11@30m	90.0	PC-I, Steel Box, PC-I	Truck Crane, Rapid Erection, Truck Crane	Mixed	Main Road: T (Round Column) Service Road: Round	Planned steel box girder by reason of difficulty for applying temporary support structure inside railway ROW.
20	KM64+751	Flyover	Main Road	NH-7	4m	5.5m	Existing BR	60m	2@30m	66.4	PC-I	Truck Crane	Mixed	Round	Widening of Existing Bridge at Hosur Road JCT

1) Road Width in the Final DPR (To be followed discussion result in DP-R02)

2) Approximate Bridge Length (It is necessary to determine in detail in the D/D stage)

3) Bridge length (abutment locations) is temporary extended by 5m height of MSE Wall in this JICA Technical Review Stage

Red: To be confirmed with Railway Operator

Blue: To be confirmed with Road Operator

出典: 調査団

3.2.3.6 橋梁付属物計画

(1) DPR に対する助言および提案

DPR 図面において、橋梁付属物計画は明確には記載されていないが、本文には支承と伸縮装置に関する記載がある。

- 支承：ポットベアリング
- 伸縮装置：モジュラージョイント

調査団は、ポットベアリングやモジュラージョイントは高性能かつ高耐久性を有するため、適用可能であると認識した。

(2) 結論

DPR における伸縮装置および支承形式の適用可能性が確認された。

- 伸縮装置：モジュラージョイント
  (橋長(L) ≥ 60m: Multi-strip Type, L < 60m: Single-strip Type)
- 支承：ポットベアリング

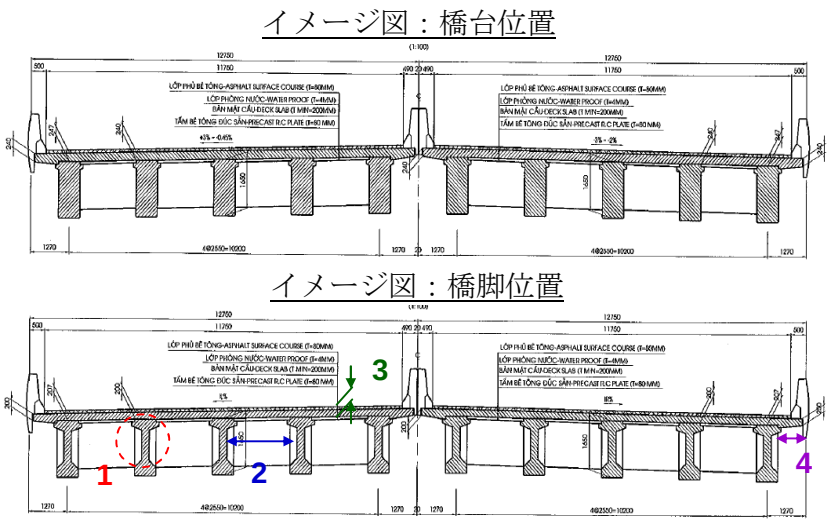
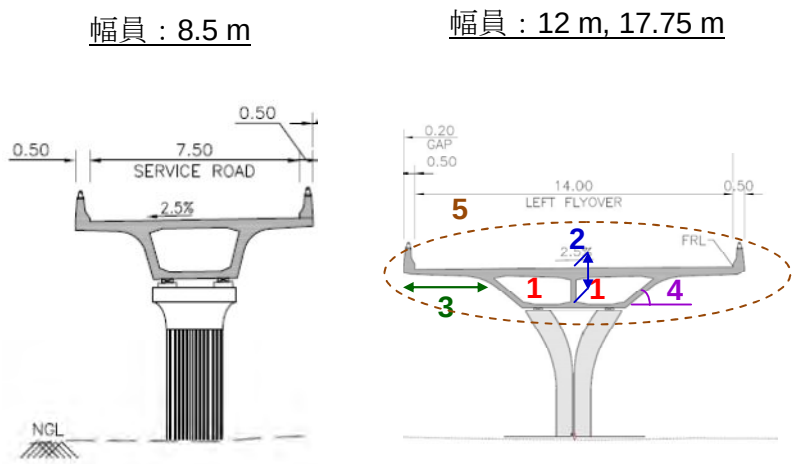
3.2.3.7 構造寸法

(1) DPR に対する助言および提案

橋梁断面の予備検討は JICA と調査団間の契約にて業務内容に含まれているが、調査団は橋梁断面の詳細は、詳細設計段階で決定されるものと理解している。

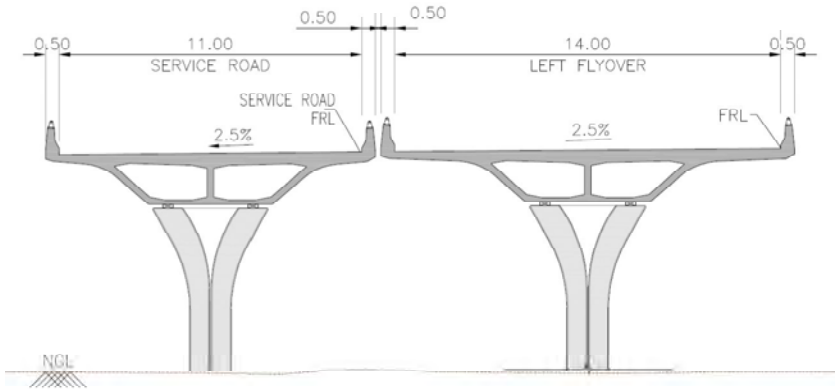
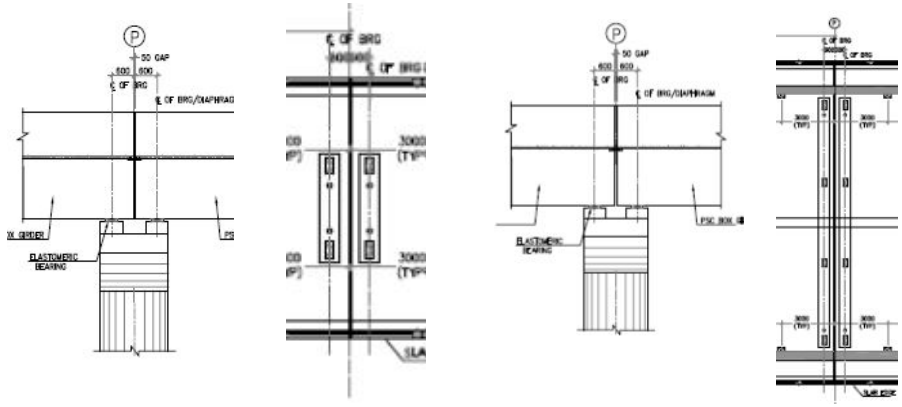
そこで、IRC とベンガルール地域での実績に基づき橋梁断面の主要点を確認した。また、次頁に示す橋梁断面の主要点に対する質問事項を作成し、DULT, BDA および STUP に対し解答および関連資料を提供するよう依頼した。

表 3.2.8　　橋梁断面図における質問事項（上部工）

No.	構造物			調査団からの質問事項
1	上部工	PC-I 桁		1 桁の長さに毎の PC-桁の寸法 2 桁どうしの標準、最大および最小間隔 3 床版の標準および最小厚さ 4 標準および最大片持ち張出し長
2		PC Box 桁 (一定桁高)		1 幅員 8.5m, 12m 及び 17.75m における箱の数 2 支間長 40m, 45m および 60m における桁高 3 幅員 8.5m, 12m および 17.75m における標準および最大片持ち張出し長さ 4 幅員 8.5m, 12m および 17.75m におけるウェブ角度 5 幅員 8.5m, 12m and 17.75m における部材の標準および最小厚さ

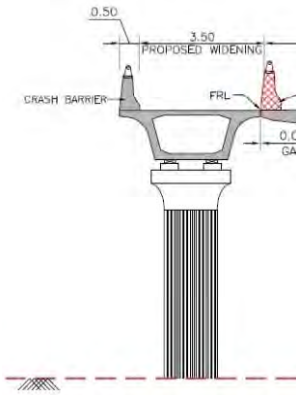
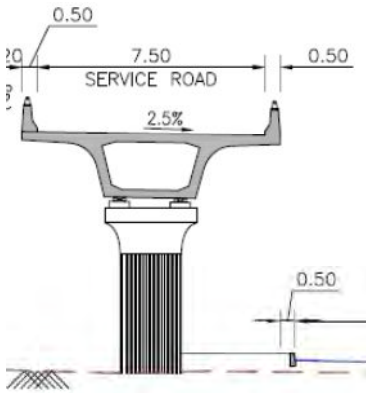
出典: 調査団

表 3.2.9　　橋梁断面図における質問事項（下部工）

No.	構造物			調査団からの質問事項
3	下部工	Y 型橋脚	幅員：12 m　幅員：17.75 m  	下部工寸法
4		楕円形 橋脚	幅員：8.5 m　幅員：19.6 m 側面図　平面図　側面図　平面図 	

出典: 調査団

表 3.2.10　　橋梁断面図における質問事項（下部工）

No.	構造物			調査団からの質問事項
5	下部工	円形橋脚	幅員：4 m  幅員：8.5 m  	下部工寸法

出典: 調査団

(2) 結論

調査団は DULT, BDA および STUP と、詳細な橋梁断面はインドの実績に基づき D/D の初期段階において決定されることを確認した。また関連プロジェクト情報を参照し想定される主要な構造寸法について確認した。

DULT、BDA および STUP より、構造寸法について下記説明を受けた。

上部工

PC-I 桁

- 床版厚: 22cm
- 桁高: 1.45m (支間長 = 20m)

PC 箱桁 (均一桁高)

- 桁高: 2.1m (支間長 = 35m), 2.4m (支間長 = 60m)
- 張出長: 3.5 ～ 4.0m (幅員 = 17.75m)
- ウェブ角度: 47 度 (42～47 度)
- 底版幅: 6m (幅員= 17.75m)

下部工

Y 型橋脚

- 橋脚幅 (基部): 1.85m (橋軸直角方向)*2.25m (橋軸方向) (幅員: 17.75m)

基礎

RC 場所打ち杭

- 杭配列:一般道に影響する場合、橋軸直角方向に 2 列
  (必要な場合には、橋軸直角方向に 4 列も可とする)

参考図面

DULT, BDA,および STUP より過去の実績における参考図面を受領した。

調査団より提供される図面例

調査団は主要な点において上記情報および日本での関連実績を元に、下記図面例を作成した。

- Typical Cross Sections of Bridge Structure (Appendix 1-A)

3.3　ボックスカルバート構造物

3.3.1　ボックスカルバート計画

(1)　DPR に対する助言および提案

調査団は DPR 図面を元にボックスカルバートの種別、位置、延長、斜角、内空断面についてレビューを行った。さらに、今回調査における道路設計の変更等を元に、ボックスカルバートの計画を修正し、DULT, BDA および STUP に対して提案を行った。

(2)　結論

調査団は DULT, BDA および STUP とボックスカルバート計画について合意した。

ボックスカルバート一覧表を次頁に示す。

Structural Layout Plan on Road Profile Drawings を Appendix 1-C に示す。

表 3.3.1　ボックスカルバート一覧表

No.	Category	Station	Location	Cross Objects	Length	Skew (Degree)	Size Span Nos.@(W*H)	Remark
1	DC	KM00+525	Main Road, Service Road	Waterway	133.1m	34.3	2@(3.0m*2.0m)	
2	VUP	KM01+550	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
3	DC	KM02+215	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
4	PUP	KM02+270	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	1@(10.5m*4.5m)	
5	DC	KM02+643	Main Road, Service Road	Waterway	77.6m	75.0	2@(2.0m*2.0m)	
6	VUP	KM02+850	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
7	DC	KM04+593	Main Road, Service Road	Waterway	78.3m	73.2	1@(3.0m*2.0m)	
8	PUP	KM04+950	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	1@(10.5m*4.5m)	
9	PUP	KM05+700	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	1@(10.5m*4.5m)	
10	DC	KM05+806	Main Road, Service Road	Waterway	83.9m	63.4	2@(2.0m*2.0m)	
11	VUP	KM06+750	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
12	DC	KM07+413	Main Road, Service Road	Waterway	87.5m	59.0	1@(2.0m*2.0m)	
13	DC	KM07+720	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
14	DC	KM08+720	Main Road, Service Road	Waterway	111.4m	42.3	1@(2.0m*2.0m)	
15	VUP	KM08+850	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
16	DC	KM09+100	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
17	DC	KM09+389	Main Road, Service Road	Waterway	91.6m	55.0	1@(3.0m*2.0m)	
18	DC	KM10+223	Main Road, Service Road	Waterway	106.1m	45.0	1@(2.0m*2.0m)	
19	DC	KM10+636	Main Road, Service Road	Waterway	103.9m	46.2	1@(2.0m*2.0m)	
20	VUP	KM10+700	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
21	PUP	KM11+230	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	1@(10.5m*4.5m)	
22	DC	KM11+350	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
23	VUP	KM12+550	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
24	DC	KM12+790	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
25	DC	KM14+400	Main Road, Service Road	Waterway	103.6m	46.4	1@(2.0m*2.0m)	
26	Underpass	KM14+435	Main Road	Cross Road	81.7m	47.2	2@(16.5m*5.5m)	Doddaballapura JCT (SH-9)
27	DC	KM15+120	Main Road, Service Road	Waterway	110.2m	42.9	1@(2.0m*2.0m)	
28	RUB	KM15+158	Main Road, Service Road	Cross Railway	90.6m	41.5	1@(7.5m*5.5m),	Doddaballapur Railway
29	RUB	KM16+061	Main Road, Service Road	Cross Railway	70.5m	58.3	2@(16.5m*5.5m), 1@(7.5m*5.5m)	Chikkaballapur Railway
30	DC	KM16+190	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	2@(2.0m*2.0m)	
31	VUP	KM17+310	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
32	DC	KM17+786	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(3.0m*2.0m)	
33	Underpass	KM18+651	Main Road, Service Road	Cross Road	62.0m	90.0	1@(7.5m*5.5m), 2@(16.5m*5.5m), 1@(7.5m*5.5m)	Bellary JCT (NH-7)
34	DC	KM20+040	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(3.0m*2.0m)	
35	VUP	KM20+260	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
36	PUP	KM21+200	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	1@(10.5m*4.5m)	
37	DC	KM22+213	Main Road, Service Road	Waterway	85.3m	61.6	1@(3.0m*2.0m)	
38	DC	KM24+320	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
39	DC	KM25+220	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
40	Underpass	KM25+604	Main Road	Cross Road	52.0m	57.6	2@(16.5m*5.5m)	Hennur JCT
41	DC	KM26+520	Main Road, Service Road	Waterway	118.2m	39.4	1@(2.0m*2.0m)	
42	DC	KM27+250	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
43	VUP	KM28+080	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
44	DC	KM29+065	Main Road, Service Road	Waterway	80.7m	68.3	2@(3.0m*2.0m)	

No.	Category	Station	Location	Cross Objects	Length	Skew (Degree)	Size Span Nos.@(W*H)	Remark
45	DC	KM30+883	Main Road, Service Road	Waterway	116.2m	40.2	1@(2.0m*2.0m)	
46	VUP	KM31+500	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
47	DC	KM31+703	Main Road, Service Road	Waterway	96.5m	51.0	1@(2.0m*2.0m)	
48	DC	KM32+233	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
49	DC	KM32+480	Main Road, Service Road	Waterway	81.4m	67.1	1@(2.0m*2.0m)	
50	DC	KM33+250	Main Road, Service Road	Waterway	86.3m	60.4	2@(3.0m*2.0m)	
51	VUP	KM33+620	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
52	DC	KM33+704	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(3.0m*2.0m)	
53	DC	KM34+725	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
54	DC	KM35+732	Main Road, Service Road	Waterway	96.6m	50.9	1@(2.0m*2.0m)	
55	DC	KM36+300	Main Road, Service Road	Waterway	78.1m	73.7	1@(2.0m*2.0m)	
56	DC	KM36+400	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
57	DC	KM37+420	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	2@(2.0m*2.0m)	
58	Underpass	KM38+769	Cross Road	Main Road, Service Road	175.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
59	DC	KM38+840	Main Road, Service Road	Waterway	100.3m	48.4	1@(2.0m*2.0m)	
60	DC	KM39+644	Main Road, Service Road	Waterway	94.2m	52.8	1@(2.0m*2.0m)	
61	DC	KM39+993	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
62	VUP	KM40+060	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
63	DC	KM40+884	Main Road, Service Road	Waterway	118.4m	39.3	1@(2.0m*2.0m)	
64	DC	KM41+060	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
65	PUP	KM41+344	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	1@(10.5m*4.5m)	
66	MB	KM42+783	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	2@(5.0m*5.0m)	
67	DC	KM43+100	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
68	DC	KM43+525	Main Road, Service Road	Waterway	75.9m	81.1	3@(2.0m*2.0m)	
69	DC	KM44+356	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
70	VUP	KM44+382	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
71	DC	KM45+025	Main Road, Service Road	Waterway	76.7m	78.0	1@(2.0m*2.0m)	
72	VUP	KM45+445	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
73	DC	KM46+056	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
74	DC	KM46+304	Main Road, Service Road	Waterway	80.7m	68.3	1@(2.0m*2.0m)	
75	DC	KM46+719	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
76	VUP	KM46+815	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
77	DC	KM46+895	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
78	DC	KM47+244	Main Road, Service Road	Waterway	78.6m	72.7	3@(2.0m*2.0m)	
79	DC	KM47+832	Main Road, Service Road	Waterway	75.5m	83.6	1@(2.0m*2.0m)	
80	DC	KM47+997	Main Road, Service Road	Waterway	146.9m	30.7	1@(2.0m*2.0m)	
81	VUP	KM48+100	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
82	DC	KM48+890	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
83	DC	KM50+065	Main Road, Service Road	Waterway	75.5m	83.1	1@(2.0m*2.0m)	
84	MB	KM50+240	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	4@(5.0m*5.0m)	
85	VUP	KM50+360	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
86	DC	KM50+539	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(3.0m*2.0m)	
87	MB	KM51+165	Main Road, Service Road	Waterway	76.5m	78.5	2@(10.0m*5.0m)	
88	DC	KM51+410	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
89	VUP	KM51+430	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
90	DC	KM51+480	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
91	DC	KM51+990	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	

No.	Category	Station	Location	Cross Objects	Length	Skew (Degree)	Size Span Nos.@(W*H)	Remark
92	DC	KM52+510	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
93	DC	KM52+608	Main Road, Service Road	Waterway	91.9m	54.7	1@(2.0m*2.0m)	
94	Underpass	KM53+221	Cross Road	Main Road, Service Road	82.4m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	Hoskote - Anekal JCT
95	DC	KM53+420	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
96	DC	KM55+298	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
97	MB	KM55+460	Main Road, Service Road	Waterway	80.4m	68.9	3@(10.0m*5.0m)	
98	DC	KM55+780	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
99	Underpass	KM55+911	Main Road	Cross Road	45.2m	85.8	2@(16.5m*5.5m)	Barjapur JCT
100	DC	KM56+610	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(3.0m*2.0m)	
101	VUP	KM57+300	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
102	DC	KM58+515	Main Road, Service Road	Waterway	80.0m	69.7	1@(2.0m*2.0m)	
103	DC	KM59+178	Main Road, Service Road	Waterway	80.7m	68.3	1@(2.0m*2.0m)	Bangalore - Hosur Railway
104	DC	KM60+600	Main Road, Service Road	Waterway	128.5m	35.7	3@(2.0m*2.0m)	
105	PUP	KM61+370	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	1@(10.5m*4.5m)	
106	DC	KM61+637	Main Road, Service Road	Waterway	84.3m	62.8	1@(2.0m*2.0m)	
107	DC	KM61+796	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	
108	VUP	KM62+900	Cross Road	Main Road	46.5m	90.0	2@(9.0m*5.5m)	
109	DC	KM64+165	Main Road, Service Road	Waterway	75.7m	82.0	1@(2.0m*2.0m)	
110	DC	KM64+578	Main Road, Service Road	Waterway	75.0m	90.0	1@(2.0m*2.0m)	

DC: Drainage Culvert
VUP: Vehicular Underpass
PUP: Pedestrian Underpass
RUB: Railway Under Bridge
MB: Minor Bridge

出典：調査団

3.3.2 施工方法

(1) DPR に対する助言および提案

DPR において、ボックスカルバートの施工方法は明記されておらず、少なくとも国道および RUB との交差箇所については明確にする必要がある。

調査団は、国道および RUB 交差部における施工方法は、下記方法で計画されている事を認識した。

- 国道との交差部：迂回路を併用した開削工法
- 2 箇所の RUB：押出し工法

またボックスカルバートの押出しに関して、下記技術的背景を確認する必要がある。

- IRC による技術的認定
- 押出し可能な最大長さ、最大寸法(可能な範囲、過去の実績)
- 施工方法の詳細
- ボックスカルバートの詳細な構造

(2) 結論

DULT, BDA および STUP より、国道および鉄道との交差部を含んだ全てのボックスカルバートは、ベンガルール地域での過去の実績より、迂回路を用いた開削工法で計画されている旨の説明があった。

<u>注記:</u>

参考までに、DULT, BDA および STUP より、押出し工法について下記説明があった。

- 押出し工法は、BPRR よりも大断面のボックスカルバートにおいても、インド国内の多くのプロジェクトにおいて適用されている。
- 押出し工法はイギリス(Skanksa)で開発された後、タイ(ITD)に輸出され、IRC で簡略化された。
- 押出し工法を適用した場合、施工中は鉄道の運行速度を落とす必要がある。
- 押出し工法は特許上の抵触はない。
- 押出し工法を用いるアンダーパス構造物は標準的なボックスカルバートと同じである。
- 調査団に必要な技術的情報を提供することに同意する。

3.3.3 ボックスカルバートの部材厚

(1) DPR に対する助言および提案

JICA と調査団間の契約においてボックスカルバート断面の予備検討は業務範囲に含まれているが、調査団は、詳細断面は詳細設計の初期段階で決定されるものと理解している。

DPR ではいくつか大断面ボックスカルバートが計画されている。よって、IRC や過去の実績に基づく部材厚を確認する必要がある。

(2) 結論

調査団は DULT, BDA および STUP と、詳細なボックスカルバート断面はインドでの一般事例に基づき、詳細設計の初期段階において決定されることを確認した。

上記により、調査団は関連プロジェクトを参照し主要な点において想定される構造寸法を確認した。協議結果に基づく構造寸法は以下の通りである。

<u>ボックスカルバートの部材厚 **(2@12.5m)**</u>

- 上床版: 40cm
- 底版: 45cm
- 外壁: 35cm
- 内壁: 30cm

<u>参考図面</u>

DULT,BDA および STUP より過去事例の参考図面を受領した。

<u>調査団より提供される図面例</u>

調査団は上記情報と日本での標準設計を元に、主要な点における参考図面を作成した。

- Typical Cross Sections of Box Culvert Structure (Appendix 1-A)

3.3.4 アンダーパスにおける排水ポンプ

(1) DPR に対する助言および提案

DPR において、アンダーパスにおける排水ポンプは計画されていないため、排水ポンプ計画を明確にする必要がある。調査団は IRC や過去の実績より、アンダーパスにおける排水ポンプの容量、配置間隔、設置空間を確認することを推奨した。

(2) 結論

DULT, BDA および STUP より、下記の通りアンダーパスにおける一般的な排水システムについて説明があった。

- 平地(チェンナイ等)：排水ポンプ
- 丘陵地(ベンガルール等)：排水管を用いた端末処理やマンホールによる重力排水：直径 1.2m のマンホールを 30m 間隔で配置

これらにより、自然排水が推奨されていることから DPR では排水ポンプは計画されていない。

4 章　交通需要予測

4.1　交通需要予測の基本的考え方

4.1.1　基本的な考え方

交通需要予測における技術照査の目的は、BPRR の将来交通量を算定し、結果は、詳細設計に向けた車線数とインターチェンジのブース数の決定、整備効果の分析、経済・財務分析のためのデータを得ることである。本調査において、調査団は、ベンガルール開発公社（以下、BDA）による詳細プロジェクト報告書（以下、DPR）時には考慮されていなかった以下に示したポイントを考慮しながら交通需要予測を実施した。

交通需要予測における主な着目点：

- 交通工学に基づいた手法の適用
- 計画交通量算定のための交通需要予測
- NH207 を含む広域道路ネットワークを考慮した交通量配分
- 有料道路を考慮した交通量配分
- 経済・財務分析のための適切なデータの提供

4.1.2　推計年次

交通需要予測の推計年次は BPRR の計画年次である 2040 年とする。2040 年は供用開始目標年の 2021 年から約 20 年後である。また、供用時等の交通状況を把握するため中間年の交通量推計も実施した。

推計年次:

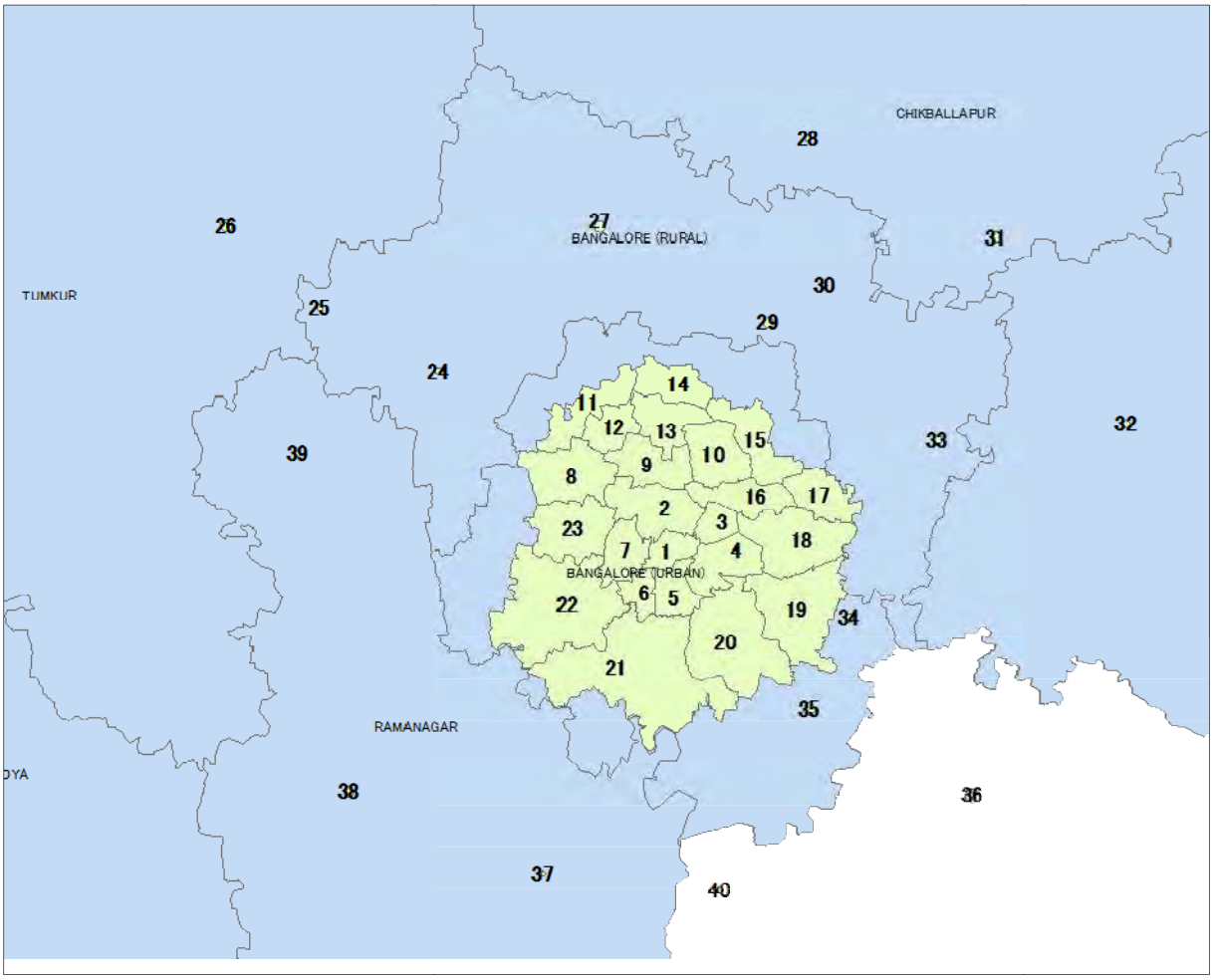
- 基本年次　　: 2014
- 中間年次　　: 2022、2030
- 計画目標年次　: 2040

4.1.3　検討エリア

検討エリアは、BPRR を含む BDA と周辺エリアを含む。本調査では、検討エリアを分割した交通ゾーンを基本として交通需要予測を行った。ゾーニングは、BDA および周辺州も含める範囲とした。ゾーンは、BDA 内を 23 ゾーン、BDA 外を 17 ゾーンの計 40 ゾーンとした。
ゾーニングに際しては、DPR および ITS マスタープランプロジェクト（JICA、2015）を参照しながら、本検討に適したゾーニングを設定した。前者は、ゾーニングが粗すぎた。一方、ITS マスタープランプロジェクトにおけるゾーニングは都市交通を対象としたものであり、具体的には、ITS 施策の整備効果等を検討する目的を持っていたため、ゾーン設定が細かすぎた。したがって、本調査では図 4.1.1 に示した新たなゾーニングを設定した。

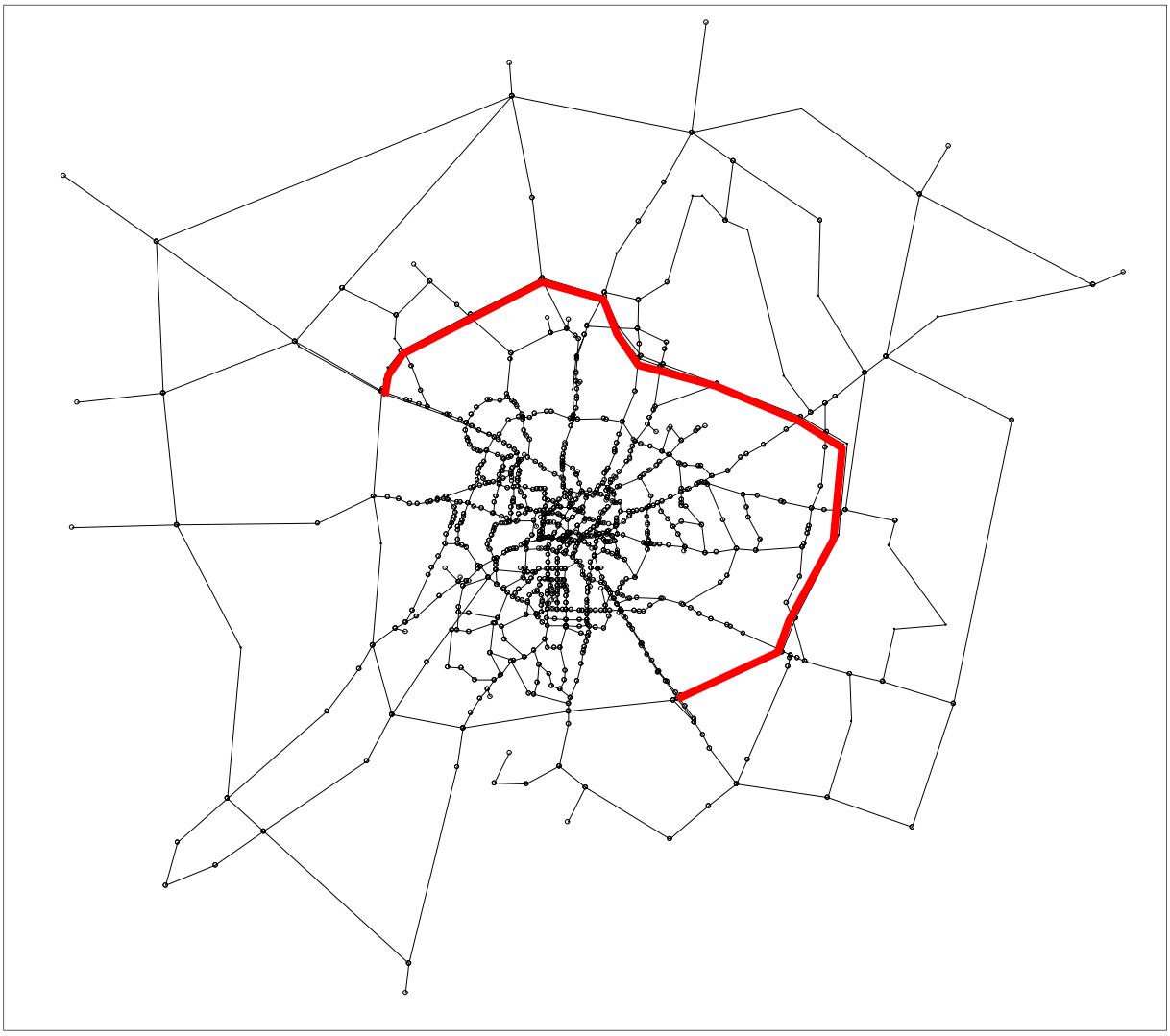
交通需要予測の道路ネットワークについては、国道、州道および BDA および周辺地域の主要道路を対象とした。

その際、州道以下の主要道路の明確な道路管理区分が不明であったため、主要道路については、調査団により選定した。本調査における道路ネットワークを図 4.1.2 に示す。



出典：調査団

図 4.1.1　　交通分析のゾーニング



注: 赤線がBPRR

出典: 調査団

図 4.1.2　　交通需要予測のための道路ネットワーク

4.2　交通需要予測の手順

DPR の検討では、将来交通量は現況交通量に州レベルの社会経済指標を用いて算定された交通量の増加率を乗じることにより推計されている。

しかしながら、この方法は、4.1.1 で述べた交通需要予測に求められる事項に対して十分では無い。したがって、本調査における交通需要予測は、交通工学の考え方に基づいた自動車台数ベースの OD 表に基づいた、以下に示す 3 段階の推計ステップを踏む。

第 1 ステップ　発生集中交通量の推計
　　社会経済フレーム設定
　　発生集中モデルの作成
　　将来ゾーン別発生集中交通量の推計

第２ステップ　分布交通量の推計

現況 OD 表の作成（２０１４年）

分布モデルの作成

将来 OD 表の作成（２０４０年）

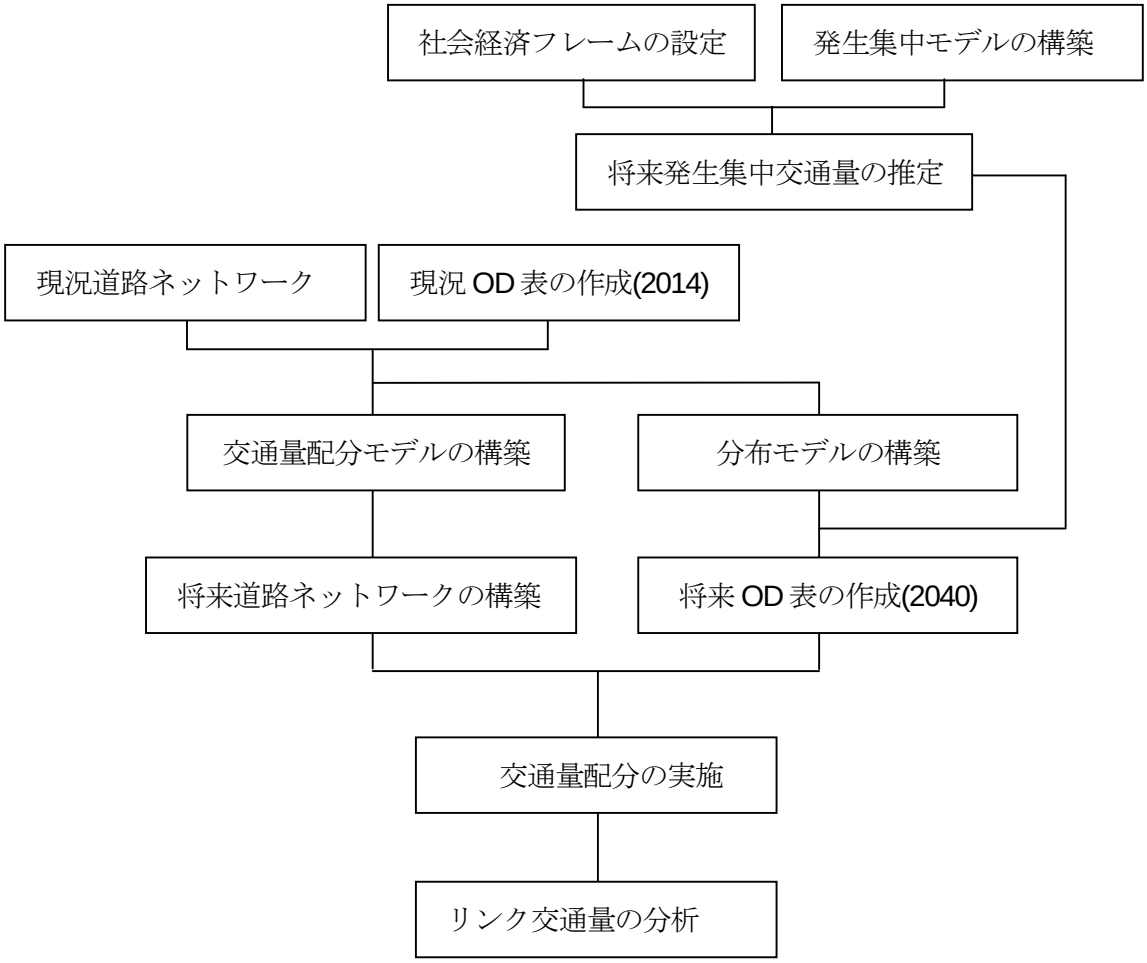
第３ステップ　交通量配分および将来交通量推計

道路ネットワークの作成

交通量配分モデルの作成

将来交通量配分

将来交通量の分析



出典: 調査団

図 4.2.1　　交通需要予測の手順

4.3 発生集中交通量の推計

4.3.1 基本的な考え方

ゾーン別の発生集中交通量は、ゾーン別の現況人口および経済指標から説明される発生集中モデルを作成し推定した。交通量は、別途作成された現況 OD 表から集計された発生集中交通量を用いた。一方、説明変数は、人口センサスをもとに設定された値を用いた。説明変数の社会経済フレームは、カルナタカ州経済統計局および調査団推計値を用いた。

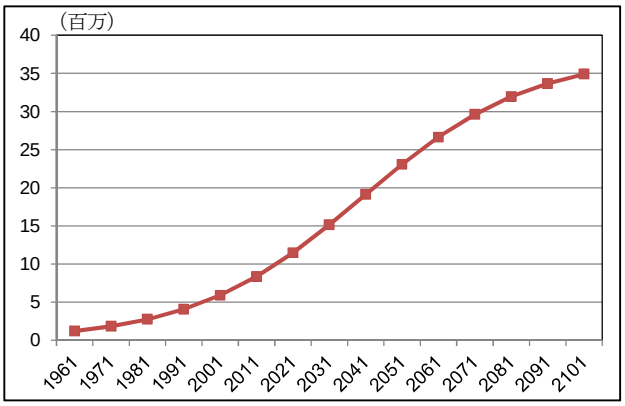
4.3.2 社会経済フレームの設定

BDA 内の人口フレームについて、カルナタカ州経済統計局は 2021 年までの推計値を示しているが、その後の長期予測は行っていない。そのため、2040 年までの長期フレームは、調査団が既存人口センサスおよびカルナタカ州経済統計局の 2021 年までの推計値を用いて y = a/(1+b*exp(-c*x))で表現されるシンプレックス法によるロジスティックス曲線を用いて設定した。推計結果を図 4.3.1 に示す

ベンガルールの都市部人口は 2008 年では 840 万人であったが、2021 年では 1100 万人、2031 年は 1500 万人、2041 年には 1900 万人に増加することが予測される。この間の平均年率増加率は 3.22%である

地区別人口および実質地区内総生産（NDDP）の地区別の社会経済指標に関しては、長期の過年度データの不足のためロジスティックス曲線は適用できない。そのため、入手できた範囲の過年度データに基づき設定した。具体的には、2011 年と 2020 年の間の増加率は 2007 年から 2011 年の間の増加率の 80%とした。2020 年から 2030 年の増加率は、前の 10 年の 70%とした。同様に次期 10 年は前期 10 年の 60%とした。なお、ここでの地区とはカルナタカ州内の行政単位の District を指す。

年次	人口	年平均増加率
1961	1,207,300	4.22%
1971	1,825,398	4.13%
1981	2,736,030	4.00%
1991	4,049,264	3.81%
2001	5,885,847	3.56%
2011	8,347,051	3.22%
2021	11,463,265	2.82%
2031	15,137,072	2.36%
2041	19,120,855	1.89%



*The simplex method : y = a/(1+b*exp(-c*x)), a=37,416,964, b=46, c=0.431*

出典:インド人口センサスに基づき調査団が作成

図 4.3.1 ベンガルールの人口フレーム

表 4.3.1　　地区別の人口フレーム

	Dostrict	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	AAGR 2011-2020	AAGR 2020-2030	AAGR 2030-2040	AAGR 2015-2040
1	Bagalkote	1,890,826	1,997,786	2,141,784	2,263,935	2,393,054	2,501,753	2,615,390	1.4%	1.1%	0.9%	1.1%
2	Bangalore Urban	9,588,910	11,202,014	13,626,081	15,938,839	18,644,142	21,143,685	23,978,332	4.0%	3.2%	2.5%	3.1%
3	Bangalore Rural	987,257	1,051,034	1,139,694	1,214,918	1,295,107	1,363,142	1,434,751	1.6%	1.3%	1.0%	1.3%
4	Belgaum	4,778,439	5,025,974	5,354,714	5,633,028	5,925,807	6,171,203	6,426,760	1.3%	1.0%	0.8%	1.0%
5	Bellary	2,532,383	2,768,888	3,096,512	3,386,713	3,704,111	3,979,826	4,276,064	2.3%	1.8%	1.4%	1.8%
6	Bidar	1,700,018	1,787,244	1,903,546	2,001,785	2,105,093	2,191,654	2,281,775	1.3%	1.0%	0.8%	1.0%
7	Bijapur	2,175,102	2,343,080	2,571,844	2,771,052	2,985,689	3,169,590	3,364,819	1.9%	1.5%	1.2%	1.5%
8	Chamarajanagar	1,020,962	1,044,812	1,076,085	1,101,545	1,127,608	1,148,911	1,170,617	0.6%	0.5%	0.4%	0.5%
9	Chickballapur	1,254,377	1,301,294	1,364,310	1,416,262	1,470,193	1,514,846	1,560,856	0.9%	0.8%	0.6%	0.7%
10	Chickmagalur	1,137,753	1,137,024	1,136,558	1,136,027	1,135,497	1,135,073	1,134,649	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
11	Chitradurga	1,660,378	1,722,033	1,803,209	1,870,635	1,940,583	1,998,462	2,058,068	0.9%	0.7%	0.6%	0.7%
12	Dakshina Kannada	2,083,625	2,184,209	2,335,183	2,456,684	2,584,507	2,691,648	2,803,231	1.3%	1.0%	0.8%	1.0%
13	Davangere	1,946,905	2,014,141	2,102,415	2,175,524	2,251,175	2,313,629	2,377,815	0.9%	0.7%	0.5%	0.7%
14	Dharwad	1,846,993	1,954,921	2,099,469	2,222,672	2,353,104	2,463,068	2,578,171	1.4%	1.1%	0.9%	1.1%
15	Gadag	1,065,235	1,105,112	1,157,112	1,200,491	1,245,496	1,282,740	1,321,098	0.9%	0.7%	0.6%	0.7%
16	Gulbarga	2,564,892	2,740,160	2,976,434	3,180,290	3,398,109	3,583,308	3,778,600	1.7%	1.3%	1.1%	1.3%
17	Hassan	1,776,221	1,802,746	1,840,223	1,869,415	1,899,071	1,923,141	1,947,516	0.4%	0.3%	0.3%	0.3%
18	Haveri	1,598,506	1,667,743	1,759,087	1,835,624	1,915,492	1,981,938	2,050,690	1.1%	0.9%	0.7%	0.8%
19	Kodagu	554,762	557,387	560,797	563,501	566,217	568,400	570,591	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
20	Kolar	1,540,231	1,607,204	1,695,959	1,770,215	1,847,723	1,912,221	1,978,971	1.1%	0.9%	0.7%	0.8%
21	Koppal	1,391,292	1,478,042	1,594,147	1,693,710	1,799,492	1,888,965	1,982,887	1.5%	1.2%	1.0%	1.2%
22	Mandya	1,808,680	1,827,434	1,851,525	1,870,897	1,890,471	1,906,281	1,922,223	0.3%	0.2%	0.2%	0.2%
23	Mysore	2,994,744	3,155,734	3,374,961	3,559,344	3,753,801	3,917,165	4,087,639	1.3%	1.1%	0.9%	1.0%
24	Raichur	1,924,773	2,037,388	2,187,486	2,315,667	2,451,360	2,565,750	2,685,477	1.4%	1.1%	0.9%	1.1%
25	Ramnagara	1,082,739	1,107,041	1,140,574	1,167,276	1,194,603	1,216,935	1,239,685	0.6%	0.5%	0.4%	0.5%
26	Shimoga	1,755,512	1,803,025	1,864,370	1,914,928	1,966,857	2,009,435	2,052,935	0.7%	0.5%	0.4%	0.5%
27	Tumkur	2,681,449	2,725,093	2,784,099	2,830,993	2,878,678	2,917,416	2,956,675	0.4%	0.3%	0.3%	0.3%
28	Udupi	1,177,908	1,225,363	1,307,243	1,369,268	1,434,236	1,488,473	1,544,762	1.2%	0.9%	0.7%	0.9%
29	Uttara Kannada	1,436,847	1,471,589	1,516,250	1,552,957	1,590,552	1,621,298	1,652,637	0.6%	0.5%	0.4%	0.5%
30	Yadagiri	1,172,985	1,273,658	1,412,445	1,534,273	1,666,609	1,780,844	1,902,910	2.1%	1.7%	1.3%	1.6%

AAGR：年平均増加率

出典:カルナタカ州経済統計局に基づき 調査団作成

表 4.3.2　　地区内総生産フレームワーク (NDDP)

	Dostrict	2007	2011	2015	2020	2025	2030	2035	2040	AAGR (2007-2011)	AAGR (2011-2020)	AAGR (2020-2030)	AAGR (2030-2040)
										Ffactor	80%	70%	60%
1	Bagalkote	29,529	46,350	68,199	107,580	148,654	205,408	250,016	304,312	11.9%	9.5%	6.7%	4.0%
2	Bangalore Urban	114,339	183,607	275,522	444,866	625,096	878,343	1,080,177	1,328,390	12.6%	10.1%	7.0%	4.2%
3	Bangalore Rural	54,499	94,124	150,421	261,681	388,019	575,351	731,457	929,920	14.6%	11.7%	8.2%	4.9%
4	Belgaum	28,745	48,619	76,307	129,936	189,710	276,982	348,782	439,193	14.0%	11.2%	7.9%	4.7%
5	Bellary	49,404	66,038	84,618	113,343	139,322	171,256	194,028	219,828	7.5%	6.0%	4.2%	2.5%
6	Bidar	21,193	35,526	55,327	93,351	135,395	196,375	246,269	308,840	13.8%	11.0%	7.7%	4.6%
7	Bijapur	26,608	41,347	59,053	92,201	126,465	173,462	210,176	254,659	11.6%	9.3%	6.5%	3.9%
8	Chamarajanagar	24,003	35,720	49,246	73,570	97,765	129,917	154,382	183,453	10.4%	8.4%	5.9%	3.5%
9	Chickballapur	27,022	41,176	57,875	88,574	119,759	161,923	194,471	233,561	11.1%	8.9%	6.2%	3.7%
10	Chickmagalur	34,510	57,926	88,122	148,885	216,153	313,812	393,782	494,132	13.8%	11.1%	7.7%	4.6%
11	Chitradurga	27,782	39,728	53,022	76,059	98,178	126,730	147,936	172,691	9.4%	7.5%	5.2%	3.1%
12	Dakshina Kannada	54,625	87,012	126,814	203,074	283,655	396,212	485,477	594,852	12.3%	9.9%	6.9%	4.1%
13	Davangere	30,490	48,453	70,481	112,593	156,998	218,916	267,950	327,967	12.3%	9.8%	6.9%	4.1%
14	Dharwad	43,355	70,233	103,780	169,077	239,114	338,163	417,527	515,518	12.8%	10.3%	7.2%	4.3%
15	Gadag	27,992	43,224	61,416	95,275	130,078	177,594	214,570	259,245	11.5%	9.2%	6.4%	3.9%
16	Gulbarga	24,623	40,622	60,928	101,133	144,962	207,786	258,689	322,061	13.3%	10.7%	7.5%	4.5%
17	Hassan	27,053	47,691	75,531	134,196	202,038	304,178	390,372	500,991	15.2%	12.2%	8.5%	5.1%
18	Haveri	24,124	40,092	60,496	101,174	145,809	210,135	262,491	327,890	13.5%	10.8%	7.6%	4.5%
19	Kodagu	60,252	102,074	156,466	266,871	390,105	570,244	718,593	905,535	14.1%	11.3%	7.9%	4.7%
20	Kolar	32,174	50,665	73,151	115,774	160,356	222,104	270,733	330,008	12.0%	9.6%	6.7%	4.0%
21	Koppal	25,356	46,975	77,499	144,905	226,384	353,678	464,437	609,882	16.7%	13.3%	9.3%	5.6%
22	Mandya	25,119	40,631	59,966	97,546	137,801	194,669	240,194	296,366	12.8%	10.2%	7.2%	4.3%
23	Mysore	34,068	65,703	112,047	218,358	351,555	566,003	757,288	1,013,221	17.8%	14.3%	10.0%	6.0%
24	Raichur	24,689	37,977	53,791	83,119	113,161	154,061	185,815	224,113	11.4%	9.1%	6.4%	3.8%
25	Ramnagara	36,316	64,454	102,647	183,642	277,872	420,454	541,277	696,822	15.4%	12.3%	8.6%	5.2%
26	Shimoga	36,923	50,800	65,703	90,624	113,746	142,767	163,825	187,989	8.3%	6.6%	4.6%	2.8%
27	Tumkur	27,839	43,687	62,898	99,195	137,043	189,332	230,424	280,435	11.9%	9.5%	6.7%	4.0%
28	Udupi	47,918	75,885	110,072	175,216	243,697	338,943	414,211	506,193	12.2%	9.7%	6.8%	4.1%
29	Uttara Kannada	31,001	50,598	75,227	123,502	175,628	249,755	309,424	383,347	13.0%	10.4%	7.3%	4.4%
30	Yadagiri	-	33,895	41,858	54,493	65,639	79,065	88,478	99,013	6.8%	5.4%	3.8%	2.3%

AAGR：年平均増加率

出典:カルナタカ州経済統計局に基づき 調査団作成

4.3.3 発生集中量モデルの構築

BDA 内の 23 ゾーンを対象として発生集中モデルを作成した。モデル式は一次線形とした。モデル作成に使用したデータは 2014 年の人口および従業者数である。これらの数値は、人口センサス値から求められた数値である。発生集中モデル式を以下に示す。

$$\boldsymbol{Y = a \cdot x1 + b \cdot x2 + c}$$

ただし:

Y = ゾーン別発生集中量

X1 = ゾーン別人口

X2 = ゾーン別従業人口

a, b = パラメーター、c = 定数項

算定結果を表 4.3.3 に示す。重相関係数の値は高く、モデルの当てはまり良いと言える。この結果から、これらのパラメーターを適用して発生集中量モデルを作成するものとした。

表 4.3.3 発生集中量モデルのパラメーター

車種分類	モデル	係数			重相関係数
		人口	従業者数	定数項	
バイク	発生モデル	3.93	6.77	155.3	0.85
	集中モデル	4.07	6.30	157.7	0.85
オート リキシャー	発生モデル	-	2.53	21.5	0.74
	集中モデル	-	2.52	21.6	0.74
普通乗用車	発生モデル	2.46	9.33	187.0	0.85
	集中モデル	2.46	9.28	188.3	0.85
バス	発生モデル	0.39	0.85	10.0	0.75
	集中モデル	0.86	0.39	9.9	0.75
小型貨物車	発生モデル	-	0.84	9.0	0.79
	集中モデル	-	0.84	9.0	0.79
普通貨物車	発生モデル	-	0.62	11.0	0.79
	集中モデル	-	0.62	11.0	0.79

出典: 調査団

4.3.4 将来発生集中交通量の推計

前項で作成した発生集中モデルにもとづき将来交通量を推計した。モデルに入力する 2040 年のゾーン別人口および従業人口は将来土地利用計画を考慮して設定した。BDA によれば、改定マスタープラン 2015 の進捗は半分程度であり、さらに郊外に土地利用が進むと言う。現在、都市化の進行に対応する 2031 年を計画年次とした開発計画の改定作業が行われている。本件等では、2040 年時における土地利用は改定マスタープラン 2015 よりもさらに BDA の外縁部の開発が促進されると考え、人口配置を行った。BPRR の沿線地域について、現在の土地利用は、農地や空地など未開発な部分が多い。しかし、2040 年では確実に土地利用が進み、特に住居地域として開発されることを見込んだ。

上述した考え方に基づき、ゾーン別の発生集中交通量を推定した。表 4.3.4 に 2014 年から 2040 年に掛けての車種別のゾーン計の交通量および年平均交通増加率を示す。

2014 年から 2022 に掛けての年平均交通量増加率は、3.0%であり、次の 10 年（2022 年-2030 年）では 2.3%、次の 10 年 (2030-2040)では 1.9%である。その結果、2040 年の交通量は 2014 年の 1.8 倍に増加するとの結果を得た。

表 4.3.4　　発生集中交通量と年平均増加率

車種分類	交通量 (千トリップ/日)				年平均増加率			2040 年値 /2014 年値
	2014	2022	2030	2040	2014-2022	2022-2030	2030-2040	
バイク	1,983	2,501	2,983	3,587	2.9%	2.2%	1.9%	1.8
リキシャー	301	353	437	541	2.0%	2.7%	2.2%	1.8
普通乗用車	2,143	2708	3262	3,955	3.0%	2.4%	1.9%	1.8
バス	206	253	327	419	2.6%	3.3%	2.5%	2.0
小型貨物車	134	184	222	269	3.8%	2.4%	1.9%	2.0
普通貨物車	122	170	197	230	4.2%	1.9%	1.6%	1.9
多軸貨物車	18	25	29	34	4.2%	1.9%	1.6%	1.9
計	4,888	6,194	7,457	9,035	3.0%	2.3%	1.9%	1.8

**交通量: トリップエンド*

出典: 調査団

4.4　分布交通量の推計

4.4.1　基本的な考え方

分布交通量の推計の目的は、ゾーン別の発生集中交通量とゾーン間距離に基づきゾーン間のトリップパターンを推計することである。その結果として、現況と計画年次の OD 表は交通量配分のインプットデータとして適用される。ITS マスタープランで作成した都市圏の現況 OD パターンおよび BPRR の DPR で作成された現況 OD パターンを用いて現況 OD 表を作成した。その現況 OD 表にもとづいた分布モデルを作成し、将来 OD 表を作成した。

4.4.2　現況 OD 表の作成

BDA 内の 23 ゾーンについては、ITS マスタープランで作成した都市圏の現況 OD パターンを用いて、台/日ベースの現況 OD 表を作成した。車種は、二輪車、オートリキシャー、乗用車、バス、小型貨物車、普通貨物車、特殊貨物車（4 軸以上）の 7 車種とした。BDA 外の 17 ゾーンについては、ITS マスタープランで作成した現況 OD パターンと BPRR の DPR で作成された現況 OD パターンを組み合わせて作成した。具体的には、PRR 区間の外側ゾーンについては、DPR の OD 調査結果を用いた。一方、NICE 道路側のゾーンは、CTTS を基に ITS マスタープランプロジェクトで作成した現況 OD パターンで補完した。

4.4.3 分布モデルの構築

現況 OD 表をもとに下記に示すグラビティモデルを用いて分布モデルを構築した。分布モデルは車種別に作成した。ただし、普通貨物車と特殊貨物車は分布特性が同様と考え、共通のモデルとした。算定された各パラメーターは表 4.4.1 の通りである。重相関係数の値からモデルの妥当であると判断した。ただし、リキシャーやトラック等の商用車の当てはまりは乗用車に比較して若干低くなっている。これらのパラメーターをモデルの係数として適用して分布モデルとした。

$$T_{ij} = k \cdot \frac{G_i^{\alpha} \cdot A_j^{\beta}}{d_{ij}^{\gamma}}$$

ここで:

T_{ij} = ゾーン間トリップ

G_i = 発生交通量

A_j = 集中交通量

d^{ij} = ゾーン間インピーダンス (道路時間距離)

k, α, β, γ = パラメータ

表 4.4.1 分布モデルパラメータ

	バイク	リキシャー	乗用車	バス	小型貨物車	貨物車
K	0.000001	0.00066	0.00022	0.00040	0.00046	0.00026
A	1.23	0.71	0.69	0.73	0.73	0.76
B	1.22	0.69	0.69	0.71	0.73	0.76
Γ	0.21	0.85	0.45	0.37	0.37	0.03
R^2	0.87	0.64	0.78	0.73	0.68	0.67

出典: 調査団

4.4.4 将来 OD 表の推計

将来発生集中交通量と分布モデルを用いて将来 OD 表（2040 年）を作成した。

4.5 交通量配分と将来道路交通量の推計

4.5.1 交通量配分の方法

本調査において交通量配分は多段階推計法を用いて、現況再現の確認を行い、将来交通量配分を行う。JICA　STRADA を用いて作業を行った。

交通量配分計算は OD 表データ、道路ネットワークデータ、配分計算を制御するパラメーターファイルが必要である。

OD 表データは前項 4.4 で作成したものを適用した。将来道路ネットワークは図 4.1.2 および道路条件は表 4.5.1 に示した通りである。これら数値は IRC64-1990 の交通容量を基本として設定したものである。道路条件は CTTP における道路インベントリー結果を基本としたが、主な幹線道路に関しては、調査団による現地調査結果にもとづいて設定した。

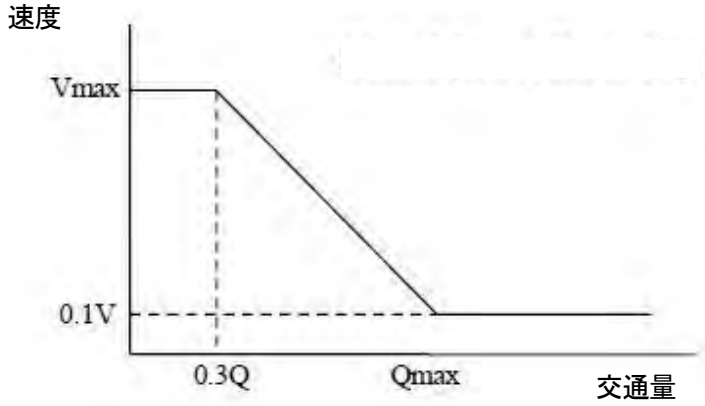
道路交通容量と走行速度の関係である QV モデルを図 4.5.1 に示す。有料道路料金は表 4.5.2 に示す様にインド政府による標準値を適用した。

なお、有料道路と一般道路の利用分担を再現するため、パラメーターとして表 4.6.3 に示す時間価値を適用した。時間価値は、本調査で実施された道路利用者アンケート結果に基づいて算定された数値である。詳細は 4.6 項で説明する。

表 4.5.1　　道路リンク条件

	道路種別	レーン数	道路交通容量 (Q_{max}: PCU/hr)	自由走行速度 (V_{max}: km/hr)
1	2 車線 – 1 方向 – 中分無	2	58,000	50
2	2 車線 – 2 方向 – 中分無	2	36,000	50
3	3 車線 – 1 方向 – 中分無	3	86,000	50
4	4 車線 – 1 方向 – 中分無	4	116,000	50
5	4 車線 – 2 方向 – 中分無	4	72,000	50
6	4 車線 – 2 方向 – 中分有	4	86,000	50
7	6 車線 – 2 方向 – 中分有	6	130,000	60
8	8 車線 – 2 方向 – 中分有	8	173,000	80

出典: 調査団



出典: 調査団

図 4.5.1　　QV タイプ

表 4.5.2　　交通量配分に適用した BPRR の道路料金

車両タイプ	料金 (Rs/km)	車両タイプ	料金 (Rs/km)
乗用車	0.97	小型貨物車	1.56
バス	3.28	普通貨物車	3.28
-	-	4軸以上貨物車	5.14

出典:調査団

多段階交通量配分は、与えられた OD 交通量を分割し、分割した量を一般化費用（時間、距離などから構成されるインピーダンス）が最小となるルートに逐次配分するものである。分割回数は、20%毎の 5 回配分とした。QV モデルは、図 4.5.1 および表 4.5.1 に示したものを適用した。7 車種別の配分計算を行った。算定ステップは以下の通りである。

Step0: 初期設定 (Initialize)

繰返し回数を n=0 とし、リンク交通量パターンを X(0)=0 とする。

Step1:リンクコストの改訂

交通量パターンに従って、リンクコスト関数を用いてリンクコスト t(n)を改訂する。

Step2:最短経路の探索

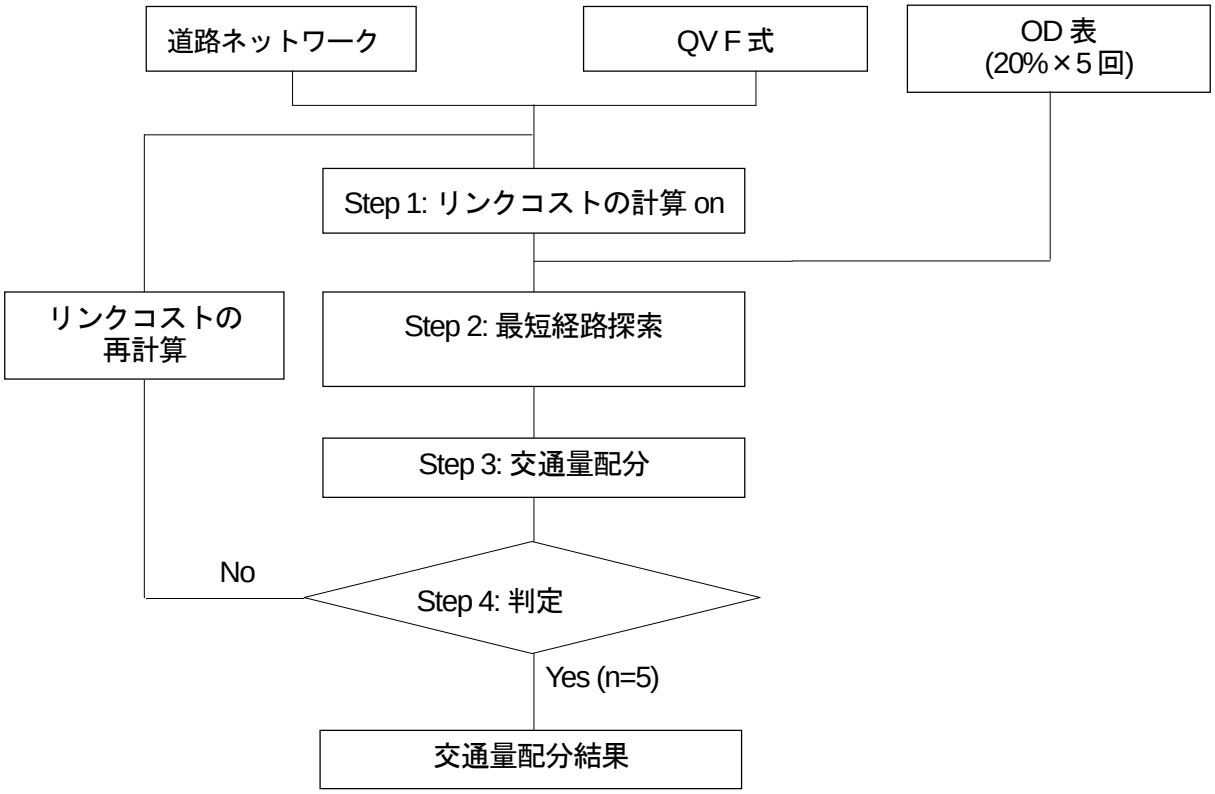
リンクコスト t(n)のもとで最短経路を探索する。最短経路の探索は Dijkstra アルゴリズムより実施した。

Step3:交通量配分

指定した OD 交通量の分割率から求めた交通量を最短経路に配分し、リンク交通量パターン X(n)を求める。OD 交通量の分割率は全車種共通で 20%づつの 5 回とした。

Step 4:終了判定

分割配分回数に達していれば終了、そうでなければ n=n+1Step1 に戻る。



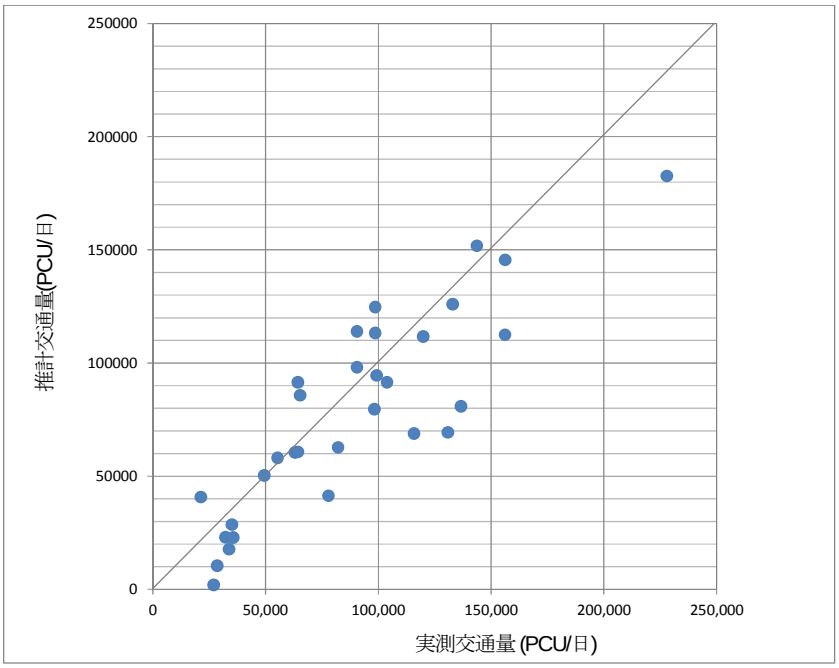
出典:調査団

図 4.5.2　　交通量配分の流れ

4.5.2　現況再現性の確認

実測結果と推計結果を比較して現況再現性の確認を行う。現況再現の結果を図 4.5.3 および表 4.5.3 に示す。主要断面 32 地点を対象とした実測値と推計値の相関係数は 0.86 となり、現況再現性が確保されていると判断した。上記のパラメーター条件にもとづき、将来交通量推計を実施する。

.



出典:調査団

図 4.5.3　　現況再現結果

表 4.5.3　　実測交通量と推計交通量の比較

道路名	交通量		差分 (百 PCU/日)	差分率
	実測値 (百 PCU/日)	推定値 (百 PCU/日)		
NH17 Mysore 道路	992	945	48	5%
NH7 Hosur Rd 道路	1,331	1,260	71	5%
NH4 Old Madras 道路	2,280	1,826	454	20%
NH7 Bellary 道路	1,563	1,455	108	7%
NH4 Tumkur 道路	1,437	1,518	-81	-6%
Outer Ring 道路	906	981	-75	-8%
White Field 道路	822	627	195	24%

出典: 調査団

4.5.3　将来交通量配分結果

2040 年の将来交通量推計結果を表 4.5.4 に示す。PRR 本線の計画交通量は 128 千 PCU/日（2040 年）である。この数値は全区間の加重平均値である。表 4.5.3 に示した 2014 年の交通量調査結果に基づけば、BPRR のピーク交通率は 7%を越える。一方、インドにおける高速道路の設計基準（IRC：SP99-2013）では、表 4.5.7 に示した様に、ピーク率 7%においては、サービスレベル B の 6 車線の交通容量の 114 千 PCU/日となっている。PRR 本線の交通量は、6 車線の交通容量

を越えていることから、サービス水準 B を確保するためには BPRR の本線は 8 車線必要であると言える。

同様に、サービス道路の計画交通量は、33 千 PCU/日であり、地方部道路の設計基準（IRC ：64-1990）に示された 4 車線の 60 千 PCU/日を下回っていることから、4 車線整備が妥当である。

しかしながら、ここにおけるサービス道路の交通量はゾーン間の交通量配分による推定である。実際には、ゾーン内の短距離トリップが生じる可能性がある。仮に交通量が倍となっても 4 車線の交通容量で発生交通量を処理可能である。想定以上の開発が進行した場合には、土地利用の開発スピードや人口増に応じて新規の道路を計画するべきである。

表 4.5.4　　交通量配分結果および計画交通量

S.N.	Name of JCT	本線		サービス道路
		交通量 (PCU/日)	大型車混入率	交通量 (PCU/日)
1	Tumkur 道路 JCT	130,300	16%	21,700
2	Hessarghatta JCT	153,200	15%	31,500
A1	Aditional IC No. 1	148,000	14%	30,300
3	Doddaballapura JCT	152,600	14%	31,000
4	Bellary JCT	135,700	14%	32,200
5	Hennur JCT	146,600	14%	21,400
A2	Aditional IC No. 2	142,800	14%	48,100
6	Old Madras 道路 JCT	127,700	14%	36,200
7	Whitefield JCT	111,400	14%	25,600
A3	Aditional IC No. 3	115,800	15%	28,600
8	Hoskote-Anekal JCT	116,900	12%	51,900
9	Sajapur JCT	90,000	9%	41,600
10	Hosur 道路 JCT			
平均交通量 (計画日交通量)		*128,000*	*14%*	*33,000*

注: 平均交通量は距離の加重平均値

出典: 調査団

表 4.5.5　　BPRR 本線の区間別将来交通量推計結果

年次	Section 1 (0-18 km)	Section 2 (18-36 km)	Section 3-1 (36-50 km)	Section 3-2 (50-65 km)	平均 (PCU/日)
2022	39,000	41,000	40,000	39,000	42,000
2030	84,000	78,000	69,000	64,000	74,000
2040	146,000	141,000	116,000	105,000	128,000

出典: 調査団

表 4.5.6　　BPRR サービス道路の区間別将来交通量推計結果

Year	Section 1 (0-18 km)	Section 2 (18-36 km)	Section 3-1 (36-50 km)	Section 3-2 (50-65 km)	平均 (PCU/日)
2022	11,000	23,000	14,000	15,000	15,000
2030	23,000	30,000	20,000	24,000	25,000
2040	29,000	36,000	28,000	37,000	33,000

出典: 調査団

表 4.5.7　　サービスレベル B のための高速道路の設計交通量 (in PCU/day)

サービスレベル B のための設計交通量 (in PCU/day)		
4 車線	6 車線	8 車線
86,000 (6%)	130,000 (6%)	173,000 (6%)
75,500 (7%)	114,000 (7%)	151,500 (7%)
65,000 (8%)	98,000 (8%)	130,000 (8%)

（　）内の数値はピーク率、ピーク率 7%は調査団の設定値であり 6%と 8%の中間値とした。

出典: IRC: SP:99-2013

表 4.5.8　　ピーク交通量およびピーク率

道路名	Old Madras	Bellary	Tumkur	Whitefield
ピーク交通量	14,168	11,675	7,142	5,578
日交通量	198,303	153,291	105,232	78,642
ピーク率	7.1%	7.6%	6.8%	7.1%

出典：ベンガルール ITS マスタープラン策定プロジェクト

表 4.5.9　　乗用車換算係数

車両タイプ	PCU 値	車両タイプ	PCU 値
二輪車	0.5	小型貨物車	1.5
オートリキシャー	1.0	普通貨物車	3.0
乗用車	1.0	4 軸以上貨物車	4.5
バス	3.0	-	-

出典: IRC 64-1990

4.6 道路利用者インタビュー調査の実施

4.6.1 インタビュー調査の実施

道路利用者へのインタビュー調査は、Tumkur 道路および Old Madras 道路沿いに位置するガソリンスタンドやトラック駐車場で実施した。

この調査は、有料道路料金と旅行時間の間の関係の感度分析を行う事を目的としている。質問票は、図 4.6.1 および図 4.6.2 に示した様に乗用車とトラック用の二種類が用意された。質問は、40 ㎞の道路区間を高速道路および一般道路のそれぞれで走行した場合の、有料道路料金と旅行時間の組み合わせ 5 つのケースで構成されている。基本ケースの道路料金と旅行時間は NICE 道路と現場調査による現況の交通状況を参照することにより設定した。

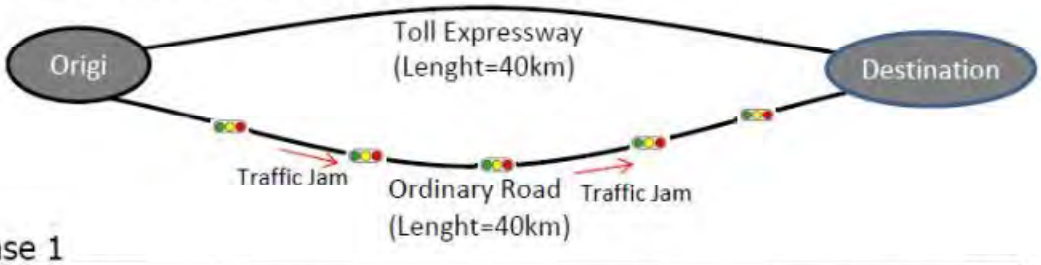
調査結果概要を表 4.6.1 に示している。回答数は乗用車の 470 票、トラック運送業者の 306 票の合計 776 票である。乗用車における有効回答率は 68%（320 票）、トラックは 99%（303 票）である。分析に適用するサンプル数は、回答数と質問票における 5 ケースの乗算により得られる。したがって、乗用車の有効サンプル数は 1600 サンプル（320 票×5 ケース）、トラックの 1,515 サンプル（303 票×5 ケース）が分析に用いられる。

Sheet Car_2

Willingness-To-Pay For Travel Time Reduction

Below is five 'hypothetical' travel giving a choice of two routes, Ordinary Road or Toll Expressway. Ordinary Road is an exising route similar to current one in terms of traffic levels, safety, surface quality, etc. Toll Expressway is an expressway which is similar to the NICE road, i.e. 3 or 4 lanes in each direction, with tolls, and a speed limit of about 80kph.

There are five scenarios that consist of travel cost and travel time. The travel distance is same for two choice. For each scenario, please choice the Ordinary Road or the Toll Expressway to go to same destination from same origin considering the travel time and travel cost. The travel time is including the delay caused by the traffic jam in case of the ordinary road.



Case 1

Road Type	Travel time (Minutes)	Travel Cost (INR)	Choice (pls. Check)
Toll Expressway	25	500	☐
Ordinary Road	80	290	☐

Case 2

Road Type	Travel time (Minutes)	Travel Cost (INR)	Choice (pls. Check)
Toll Expressway	35	350	☐
Ordinary Road	60	350	☐

出典: 調査団

図 4.6.1　　道路利用者インタビュー調査票（乗用車用）

Sheet Truck_2

Willingness-To-Pay For Travel Time Reduction

Below is five 'hypothetical' travel giving a choice of two routes, Ordinary Road or Toll Expressway. Ordinary Road is an exising route similar to current one in terms of traffic levels, safety, surface quality, etc. Toll Expressway is an expressway which is similar to the NICE road, i.e. 3 or 4 lanes in each direction, with tolls, and a speed limit of about 80kph.

There are five scenarios that consist of travel cost and travel time. The travel distance is same for two choice. For each scenario, please choice the Ordinary Road or the Toll Expressway to go to same destination from same origin considering the travel time and travel cost. The travel time is including the delay caused by the traffic jam in case of the ordinary road.

Case 1

Road Type	Travel time (Minutes)	Travel Cost (INR)	Choice (pls. Check)
Toll Expressway	35	900	☐
Ordinary Road	80	550	☐

Case 2

Road Type	Travel time (Minutes)	Travel Cost (INR)	Choice (pls. Check)
Toll Expressway	45	720	☐
Ordinary Road	60	730	☐

出典: 調査団

図 4.6.2　　道路利用者インタビュー調査票（トラック用）

表 4.6.1　　回答数および有効票率

分類		サンプル数	回答者数	有効回答率
乗用車	有効 回答	1,600	320	68%
	回収数	2,350	470	100%
トラック	有効 回答	1,515	303	99%
	回収数	1,530	306	100%

出典: 調査団

4.6.2 ルート選択に関する分析

ルート選択の分析は、下記式で示した非集計ロジットモデルを適用して実施した。データは、道路利用者インタビュー調査で得られたデータを活用した。ロジットモデルは旅行時間と道路料金の二変数を用いて作成した。

$$V = \alpha t + \beta c + \gamma$$

$$P = \frac{\exp(V)}{\sum_{k=1,2} \exp(V_k)}$$

ここで:

P = 選択確率

t = 旅行時間 (分)

c = 道路料金 (Rs)

k = 選択ルート (高速道路または一般道路)

α,β,γ = パラメーター

計算から表 4.6.2 に示されたパラメーターが得られた。尤度比は 0.25 以上、的中率は約 70% ありパラメーターは妥当な精度が確保されていると判断した。時間価値は、ロジットモデルによる計算結果から推定した。また、計算結果から交通量推計に適用した時間評価値を表 4.6.3 に示す。

表 4.6.2 パラメータ推定結果

項目	単位	乗用車	トラック
定数項	-	4.876	6.446
走行費用（有料道路料金）	Rs	-0.030	-0.019
走行時間	分	-0.047	-0.051
時間価値	Rs/分-人	1.59	2.65
	Rs/時間-人	95.11	159.03
尤度比	-	0.29	0.43
的中率（費用）	-	75.1	83.9
的中率（時間）	-	68.0	76.0

出典: 調査団

表 4.6.3 車両別の時間価値

車両タイプ	2014 (Rs/分-台)	2040 (Rs/分-台)
二輪車	1.6	3.3
乗用車	4.0	8.3
バス	10.3	21.6
小型貨物車	2.1	4.4
普通貨物車	5.3	11.1

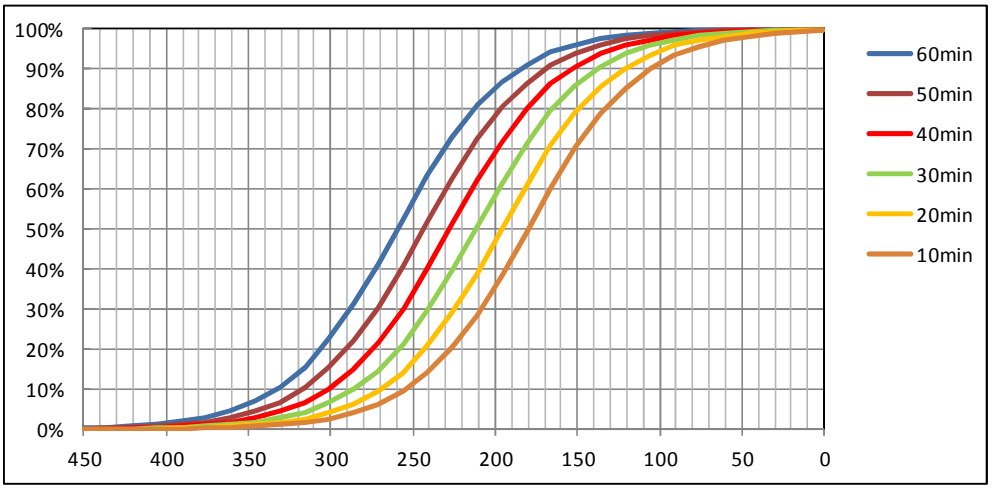
注：2040 年値は 2014 年より年率 3％の増加を見込んだ。

出典: 調査団

図 4.6.3 と 4.6.4 は、道路区間 40 ㎞の走行に要する高速道路と一般道路の所要時間差ごと（10 分～60 分）に高速道路の利用割合を示したものである。この図から道路料金水準と走行時間の間の感度を理解することが出来る。

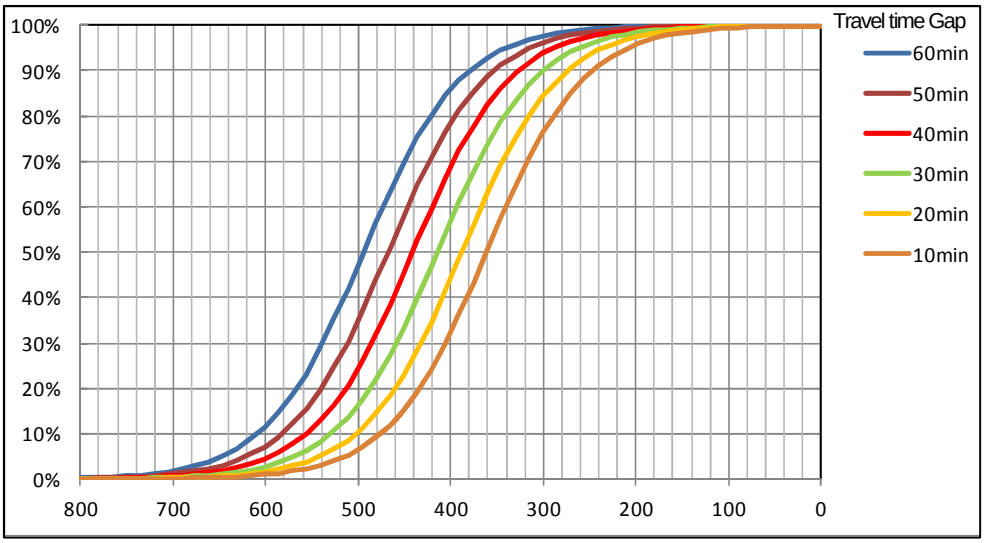
乗用車利用者について、高速道路利用と一般道路利用の間の所要時間差が 40 分の場合（グラフ中の赤線）では、高速道路料金が 230Rs.（キロあたり 5.7Rs.に相当）であれば、二つのルートの利用者は同程度となる。高速道路料金が 150Rs.（キロあたり 3.7Rs. に相当）であれば、90%が高速道路を利用することが示されている。

一方、図 4.6.3 に示したトラックの結果からは、所要時間差 40 分が生じる場合、道路料金が 400Rs.であれば 70%が高速道路を利用すると推定される。



*横軸 高速道路料金 (Rs.)
**走行距離 40 km
出典: 調査団

図 4.6.3　　所要時間差別の高速道路の利用割合（乗用車）

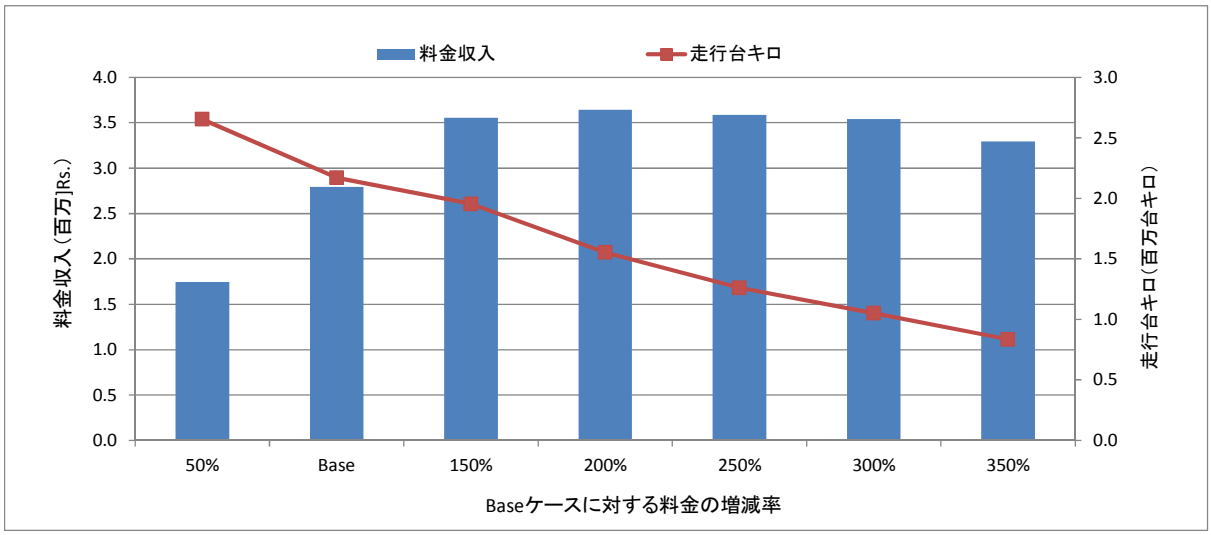


*横軸 高速道路料金 (Rs.)
**走行距離 40 km
出典: 調査団

図 4.6.4　　所要時間差別の高速道路の利用割合（トラック）

4.6.3　料金感度に関する分析

PRR の通行料金を変化させた場合の日あたりの料金収入の感度分析を実施した。分析は、交通量配分の条件のひとつである PRR の料金水準を 50%ずつ変化させて行った。ベースケースの料金水準は、表 8.2.3 に示した料金を適用した。図 4.6.5 は、PRR 通行料と日あたりの料金収入と走行台キロの変化を示している。結果から、最大料金収入は、現在の料金価格の約２倍の料金価格のケースとなった。



出典: 調査団

図 4.6.5　　PRR 通行料と日あたりの料金収入と走行台キロの変化

4.7　整備効果に関する検討

4.7.1　運用効果指標

PRR の供用 2 年後の運用効果指標を表 4.7.1 に示す。Tumkur 道路 JCT から Old Madras 道路 JCT 間の道路距離 35km において、旅行時間は現状の 54 分から 28 分に 26 分短縮されることが期待される。この間の旅行速度は、現状では 39km/hr であるが、PRR 利用により平均速度 75km/h での走行が可能となる。また、交通が市内を通過していた交通が PRR に転換することにより市内の交通混雑の緩和効果も期待できる。

表 4.7.1　　運用効果指標

指標	分類	現況 (2014 年)	供用 2 年後 （2024 年）
年平均交通量（PCU/日）		―	88,000
平均旅行時間 (分) *1	PRR	―	28 分
	一般道	54 分	47 分
走行速度 (km/h) *1	PRR	―	75 km/hr
	一般道	39 km/hr	44 km/hr
時間短縮 (百万ルピー/年) *2	VOC	―	4,900
	TTC	―	12,300

*1: Tumkur 道路 (JCT) - Old Madras 道路 (JCT)間の道路距離は約 35km。
*2: 交通量推計および経済分析の対象となる全範囲における計算結果。
出典: 調査団

4.7.2　ITS 施策導入による効果

5 章において検討される ITS システムの導入による整備効果を検討した。ここでの評価は円借款の対象となる情報提供システムおよび信号システムを対象としている。コンポーネントの詳細は 5 章に記載されている。整備効果は、施策の導入による走行時間短縮効果で評価した。具体的には、施策導入により実現する走行台キロの削減量に時間評価値を乗じて、走行時間短縮便益を算定した。走行台キロの短縮効果は、交通量推計に基づいて算定した。
なお、算定に際しては、JICA が実施したベンガルール都市圏 ITS マスタープラン策定プロジェクトにおける検討結果を活用して推定した。当該マスタープランプロジェクトにおける ITS 施策導入効果の算定の基本的な考え方を以下に示す。
情報提供システムに関しては、交通需要予測に基づいて整備効果を計測した。基本ケースの交通需要予測は、5 段階配分により推定された。一方で、ITS 施策導入の効果の分析にあたっては、全ての対象道路ネットワークにおける交通流の最適化が実現するとの仮定の下で道路交通量配分を行い、基本ケースとの差分を取ることにより走行台キロの削減効果を算定した。ここではハンチング現象は考慮しない。効果指標は旅行時間の短縮のみを対象とする。
一方の信号システムは青時間のタイミングと信号サイクルの最適化により交差点における遅れ時間を削減することが期待される。その結果、交差点の交通容量が増加する。本調査では、信号システムの導入によりリンク交通容量が 10%増加すると仮定して整備効果を算定した。算定は、交通量配分計算に基づき行った。
表 4.7.2 に便益算定に適用した時間評価値を示す。表 4.7.3 には算定した便益結果を示す。この結果をもとに、第 8 章において経済分析が実施される。

表 **4.7.2** 時間評価値

車種	**2015 年** （インドルピー／台時）
二輪車	71.7
乗用車	448.2
バス	2794.3
LCV	7.2
MAV	41.5

出典:調査団

表 **4.7.3** **ITS** 導入による便益

ITS 施策	便益 （10 億インドルピー）
情報提供（B-TIC）	0.57
信号システム	1.53
合計	2.10

出典:調査団

5章　ＩＴＳ

5.1　無償事業及び円借款事業によって整備されるＩＴＳコンポーネント

(1)　調査団による説明

ＩＴＳマスタープラン策定調査が２０１５年６月３０日に完了し、ベンガルール都市圏ＩＴＳマスタープラン（以下、「ＩＴＳマスタープラン」と呼ぶ）が策定されている。

このＩＴＳマスタープランで提唱されたＩＴＳは日本の無償資金協力事業（以下、「無償事業」と呼ぶ）及び円借款事業によって整備されることが計画されている。

無償事業及び円借款事業によって整備されるＩＴＳコンポーネントを下表に示す。

無償事業では、ベンガルール交通情報システム（以下、「Ｂ－ＴＩＣ」と呼ぶ）及び信号連携システムのための路側機器の一部とセンターを整備し、その後の円借款事業にて対象エリアと機能を拡張する。周辺環状道路のＩＴＳは円借款事業にて整備する。

これらのＩＴＳの整備にあたっては、DULT、BDA 及びベンガルール交通警察が深くかかわってくる。（詳細は後述する）

このため、調査団は、これらの関係機関に対し、無償事業及び円借款事業によって整備されるＩＴＳコンポーネントを説明した。

表 5.1.1　　無償事業及び円借款事業によって整備される ITS コンポーネント

ITSコンポーネント			無償	有償
都市内ITS	ベンガルール交通情報システム（B－TIC）	センターシステム(含む:プローブシステム)	●	●
		渋滞長計測システム		
		交通量計測システム		
		可変情報盤システム		
		インターネットシステム		
	信号連携システム（※1）		●	●
	クリアリングハウス			●
PRR ITS	交通管制システム			●
	料金徴収システム			●

出典: 調査団

※1 信号連携システムについては、有償（円借款事業）以降、追加の機器を自己資金によって整備する。

(2)　結論

DULT、BDA、及びベンガルール交通警察から、上記の内容について理解を得た。

5.2　無償事業及び円借款事業による段階的整備（都市内ＩＴＳ）

5.2.1　無償事業及び円借款事業による段階的整備方針

(1)　調査団による説明

ＩＴＳマスタープランでは都市内ＩＴＳを段階的に整備するよう提唱している。無償事業及び円借款事業が計画されている状況を踏まえ、本業務ではＩＴＳマスタープランにて示された段階的整備の内容を改めて精査し、機器の数量及びコストを整理した。

これに先立ち、無償事業及び円借款事業によって整備されるべき対象エリアについて段階的な整備方針を整理し、DULT、BDA、及びベンガルール交通警察に対して説明した。段階的な整備方針を次頁の表に示す。

表 5.2.1　段階的な整備方針（都市内ＩＴＳ）

ITSコンポーネント（都市内ITS）		無償 (フェーズ1)	有償 (フェーズ2)
ベンガルール交通情報システム (B－TIC)	センターシステム(含む:プローブシステム)(※1)	センターの構築	アップグレード
	渋滞長計測システム（※2）	外環道路内	-
	交通量計測システム	外環道路内	周辺環状道路及び外環道路内
	可変情報盤システム	外環道路内	周辺環状道路及び外環道路内
	インターネットシステム	外環道路内	周辺環状道路及び外環道路内
信号連携システム（※3）		市内主要道の交差点	外環道路内
クリアリングハウス		-	ベンガルール都市圏

出典: 調査団

※１：プローブカーシステム: 無償事業（フェーズ１）では 市バスのプローブデータを, 円借款事業（フェーズ２）では 都市間バス及びその他の車両のプローブデータを対象とする

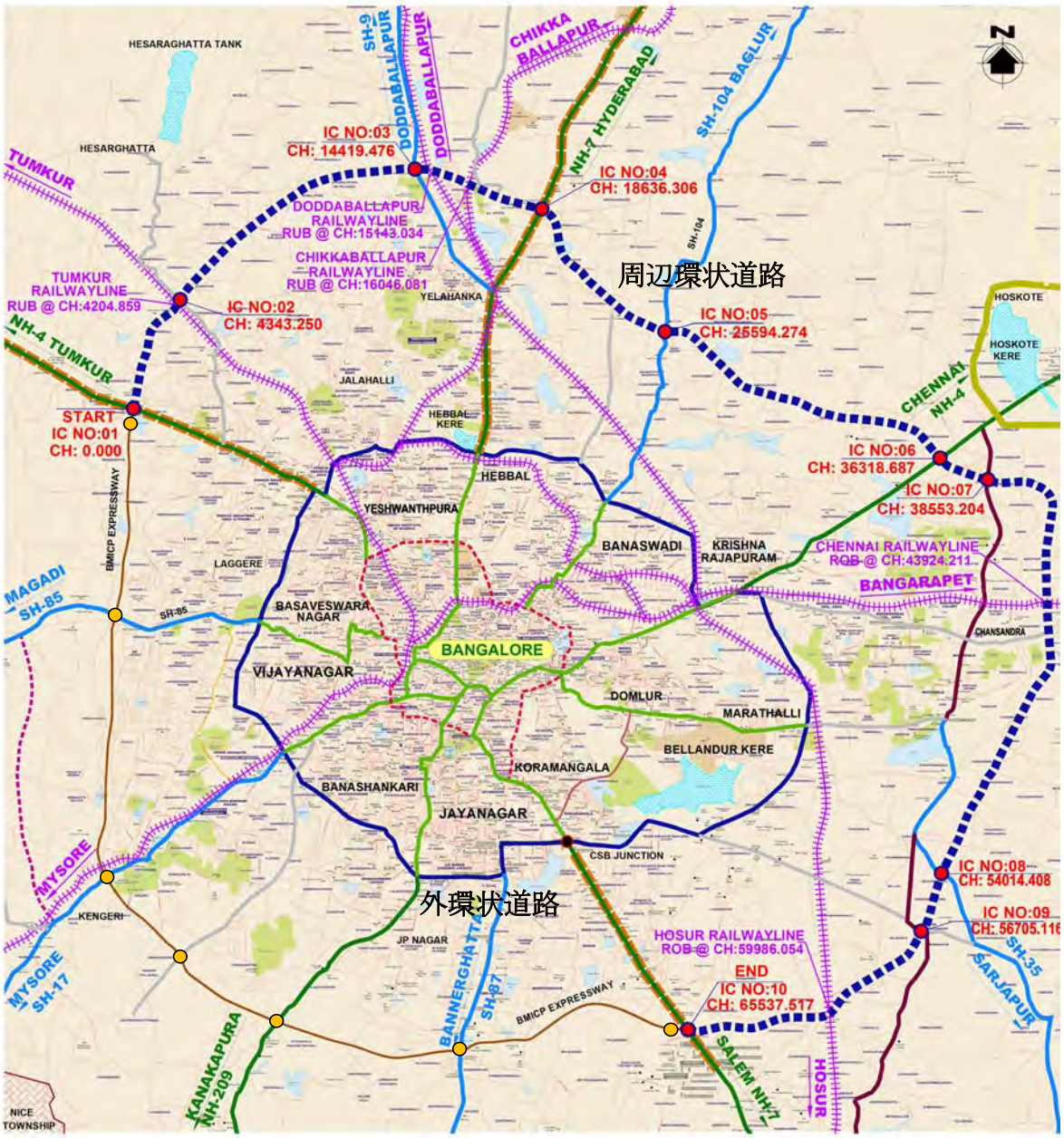
※２：１３個所の全ての機器を無償事業（フェーズ１）にて整備する。

※３：円借款事業（フェーズ２）以降は、市内の交通状況を評価し、必要に応じて、自己資金によって整備する。

次頁に外環状道路、及び周辺環状道路を地図上に示す。

(2)　結論

DULT、BDA、及びベンガルール交通警察から、本件内容について理解を得た。



出典: ITS マスタープランを基に調査団にて編集

図 5.2.1　　外環状道路、及び周辺環状道路位置図

5.2.2 無償事業及び円借款事業による段階的整備の詳細

信号連携システム

(1) 調査団による説明

ＩＴＳマスタープランでは信号連携システムの段階的な整備を提唱している。無償事業及び円借款事業が計画されている状況を踏まえると、予算・工事期間等を勘案の上、改めてこれを整理する必要がある。以下のとおり整理した。

- 無償（フェーズ１）：外環道路内側の主要道（２０交差点）
- 有償（フェーズ２）：外環道路内側（１８０交差点）
- 有償（フェーズ２）以降：自己資金により整備

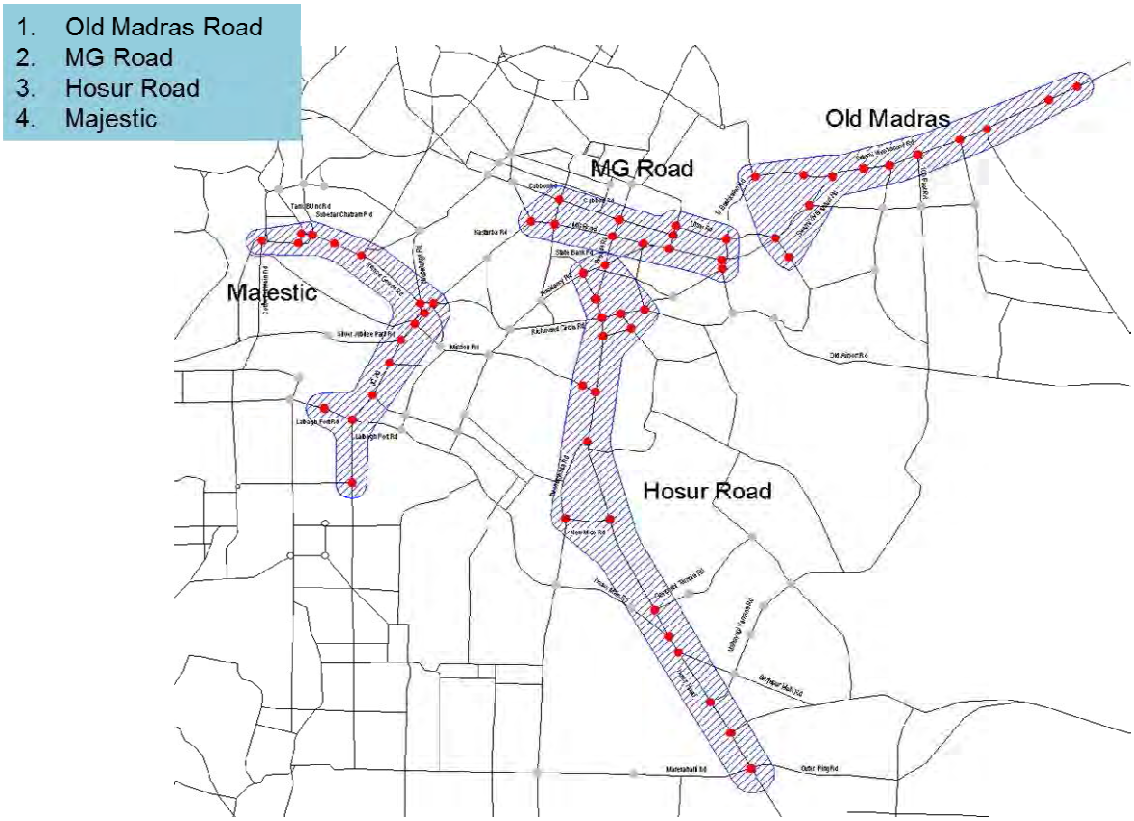
DULT、BDA、及びベンガルール交通警察に対して説明を行った。詳細を以下に述べる。

＜無償（フェーズ１）＞

無償事業での整備対象と想定される対象路線及び交差点（案）を次頁の図に示す。本図は、ＩＴＳマスタープラン策定調査の中で、ベンガルール交通警察と協議を行った際に使用したものである。市中心部における主要道路（Old Madras 道路、MG 道路、Hosur 道路）及び Majestic 地域が候補として挙げられており、本図では、信号連携のためにそれぞれの対象地域をグループ化している。無償事業では、これらのグループのいずれか（又はその組み合わせ）が選定されることが予想される。

これを踏まえ、本業務においては、無償事業で整備されると想定される交差点数を約２０個所とした。

注：対象道路及び対象交差点は、無償事業の中でベンガルール交通警察の合意を得ながら最終化されるものである。



出典: 調査団

図 5.2.2　　無償事業での整備対象と想定される対象路線及び交差点（案）

＜有償（フェーズ２）＞

信号の整備は一般的に、２４カ月の期間で１５０交差点が上限であるとされている。（例：一般的に、１交差点の整備には約０．７カ月の工事期間を要する。５パーティー（各パーティーが１交差点を担当）が同時に工事を実施するとして、２１カ月の工事期間を要する。契約後、工事開始までに準備期間として１～２カ月を要する。工事完了後、調整・試運転に１～２カ月を要する。従って、合計約２４カ月となる。舗装、車線マーキング、分離帯の設置など必要最小限の交差点改良土木工事を含む。）

円借款事業での工事期間は３３カ月と想定される（後に記載）。３３カ月のうち、最後の３カ月はシステム構築後のシステム調整期間であるため、実質工事期間は３０カ月となる。

これらを考慮し、また、ＩＴＳマスタープランで提唱された段階的整備方針を踏まえ、本業務では円借款事業で整備されるべき個所数を以下のとおり整理した。

- 市内中心部８０個所
- 外環道路内の１００個所（無償事業、及び円借款事業で合計２００個所を整備）

(2) 結論

無償事業による整備：

DULT、ベンガルール交通警察に対して説明を行い、同意した。

円借款事業による整備：

DULT によれば、可能であれば、自己資金によって整備されるものの中から円借款事業分として対象交差点数を増やして欲しいとの意向である。周辺環状道路整備の全体の事業費のうち、例えばコンサルタントフィーを減額するなどして事業費を調整し、その分を信号整備に割り当てることも可能ではないか、とのことである。

これに対して調査団からは、円借款事業での工事期間も考慮した上での数量である旨説明しているが、工事期間を延長（例：ステージ１、ステージ２など）するなどの対応も考えられるとのコメントであった。

本件については、周辺環状道路整備に係る全体の事業費、及び円借款事業において許容される工事期間（周辺環状道路開通後の２０２１年以降の工事）を踏まえて最終化される必要があるため、今後の要調整事項とした。

ベンガルール交通情報システム（Ｂ－ＴＩＣ）

Ｂ－ＴＩＣは以下のサブシステムから構成される。それぞれのサブシステムと目的を以下に示す。

表 **5.2.2**　　サブシステムと目的：**B-TIC**

機能	サブシステム	目的
処理	１）センターシステム	収集データの処理、蓄積、及び情報提供
データ収集	２）プローブカーシステム	渋滞情報生成のためのプローブデータの収集
	３）渋滞長計測システム	渋滞情報生成のための渋滞長の計測 （プローブシステムの補完）
	４）交通量計測システム	道路管理のための交通量の計測
情報提供	５）可変情報盤システム	動的渋滞情報の道路ユーザへの提供
	６）インターネットシステム	動的渋滞情報の道路ユーザへの提供

出典: 調査団

(1)　調査団による説明

ＩＴＳマスタープランでの基本コンセプトを基に、無償事業及び円借款事業によるＢ－ＴＩＣの整備方針を整理した。詳細を以下に述べる。

1) センターシステム

＜無償（フェーズ１）＞

センターサーバ、各サブシステムのサーバ及びソフトウエアをＢ－ＴＩＣセンターに構築する。Ｂ－ＴＩＣセンターは DULT の既存の事務所３階に設置する。

＜有償（フェーズ２）＞

サブシステムが対象とする地域の拡大に伴い、センターサーバ及び各サブシステムのサーバソフトウエアを改修する。

2) プローブカーシステム

＜無償（フェーズ１）＞

市バス事業者であるベンガルール都市圏交通公社（Bengaluru Metropolitan Transport Corporation　以下、ＢＭＴＣと呼ぶ）は６７００台の市バスを運行している。ＢＭＴＣは市バスの運行管理システムの構築を計画しており、ＧＰＳ機器をこれらの市バスに設置する予定である。（２０１５年７月現在、市バスの運行管理システムのパイロットが実施されている）

Ｂ－ＴＩＣのプローブカーシステムは、これらのＧＰＳ機器から得られるデータをＢ－TIC センターに転送し、プローブデータとして活用する。これを基に、主に市内の主要な道路を対象として渋滞情報を生成する。（対象範囲としては、これらはあくまでも道路であるため、厳密に「範囲」を限定できるわけではないが、市バスの多くは外環道路の内側を中心に走行する車両が多く存在することから、無償事業ではこの範囲が渋滞情報の生成の主な対象エリアとなる）

＜有償（フェーズ２）＞

都市間バス事業者であるカルナタカ州道路公社（Karnataka State Road Corporation　以下、ＫＳＲＴＣと呼ぶ）はベンガルール市発着のバスを約８０００台運行している。円借款事業では、主にこれらの車両を対象にＧＰＳを設置し、ここから得られるデータをプローブデータとして活用する。これにより、対象範囲を周辺環状道路まで広げ、また、データの収集密度を高める。

3) 渋滞長計測システム

＜無償（フェーズ１）＞

渋滞情報の生成にあたり、プローブカーシステムを補完（プローブデータの欠損の補完）することを目的として、市内でも特に渋滞が顕著な交差点に路側機器を設置し、渋滞長を計測する。

ＩＴＳマスタープランでは１３個所の交差点（１００基）が示されており、無償事業ではこれらの交差点を対象とする。

上記のプローブカーシステムとの組み合わせにより、無償事業による渋滞情報の生成対象は市内の主要道路をカバーすることになる。

4) 交通量計測システム

＜無償（フェーズ１）＞

ＩＴＳマスタープランでは市内の４０個所（市内の主要道路の主要交差点の中間点、１個所につき両方向１基ずつ：合計８０基）を設置することが推奨されている。予算及び工事期間を踏まえると、無償事業でこれら全てを整備することは現実的ではない。また、本システムの目的はあくまでも道路管理のために交通量を定量的に蓄積することであり、渋滞情報を生成することとは異なるため、現実的な数量に限定してもシステム上大きな支障はない。

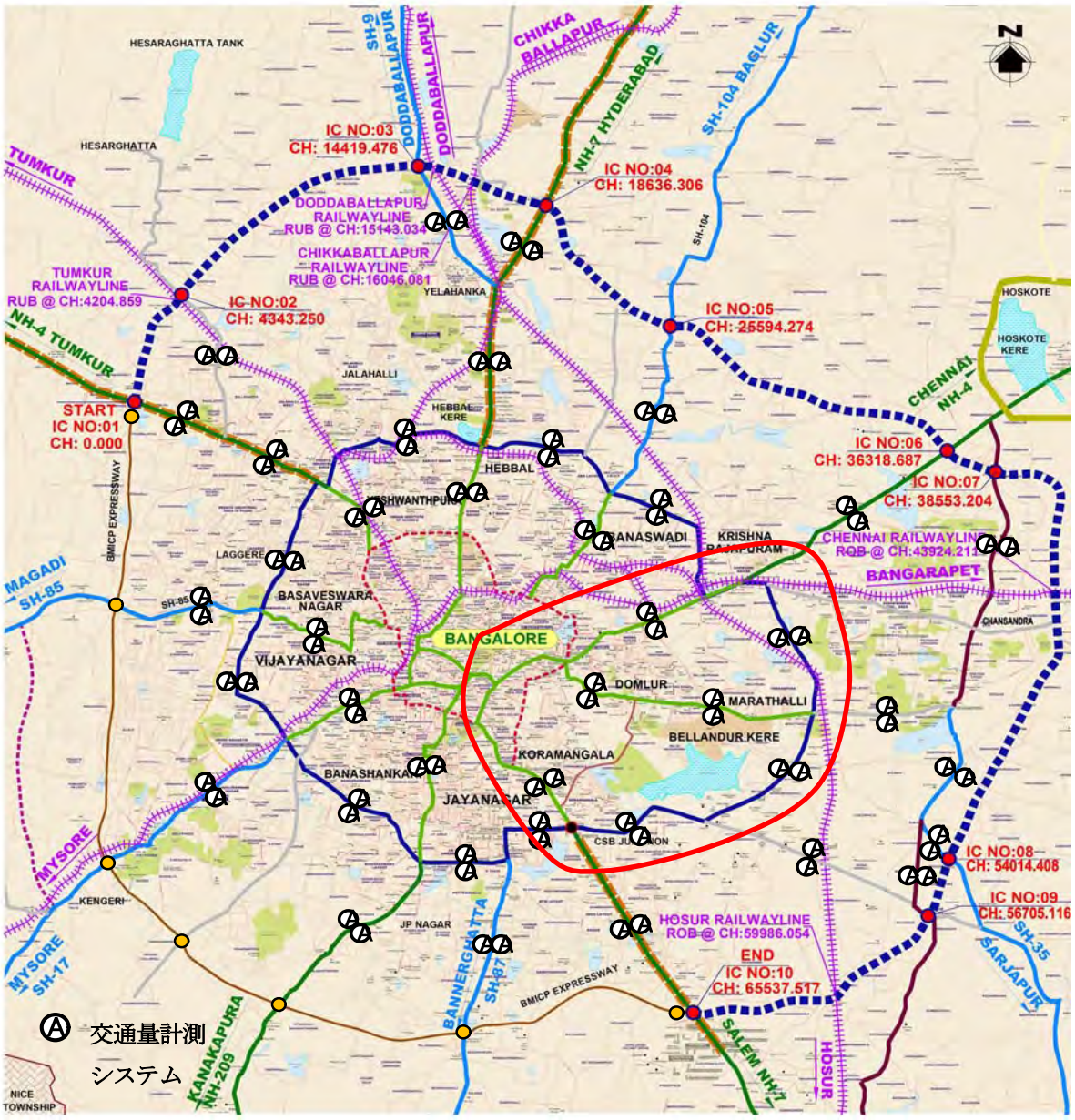
無償事業にて整備される本システムの路側機器設置範囲の推奨案を次図に示す（赤で囲まれた範囲）。ＩＴＳマスタープランでは、この範囲に含まれる路側機器は８個所（１６基）となる。なお、次図示した対象範囲は以下の考えに基づいた。

無償事業における信号連携システムの想定される対象範囲は図 1.2.1 に示したとおりである。これらは市内でも特に交通量が多く代表的な路線となる。無償事業で整備される信号連携システムの対象道路に極力沿う形で、同様に交通量計測システムの路側機器も併せて整備する、という方針とした。中でも、Old Madras 道路、MG 道路、Hosur 道路のいずれか（或いはその組み合わせ）が選定される可能性が大きいと考えられ、次図に示す赤で囲まれた範囲はこれらが含まれる区域となる。（Majestic 地域は市バスや都市間バスターミナル、鉄道駅などが多く存在していることに加え、多くの違法駐車車両などが存在することから、次図に示す範囲からは除いた）

注：上記はあくまでも本業務における整理であり、詳細は無償事業の中で最終化されるものである。

＜有償（フェーズ２）＞

交通量計測システムの路側機器の残り３２個所（６４基）を設置する。対象範囲は次図に示すとおり、周辺環状道路も含めた全域とする。



出典：ＩＴＳマスタープランを基に調査団にて編集

無償事業：赤で囲まれた地域の機器を整備

有償事業：それ以外の残りの機器を整備

図 5.2.3　　ベンガルールにおける交通量計測システム配置図

5) 可変情報盤システム

＜無償（フェーズ１）＞

プローブカーシステム及び渋滞長計測システムにより生成された動的な渋滞情報を可変情報盤より道路ユーザに対して提供する。

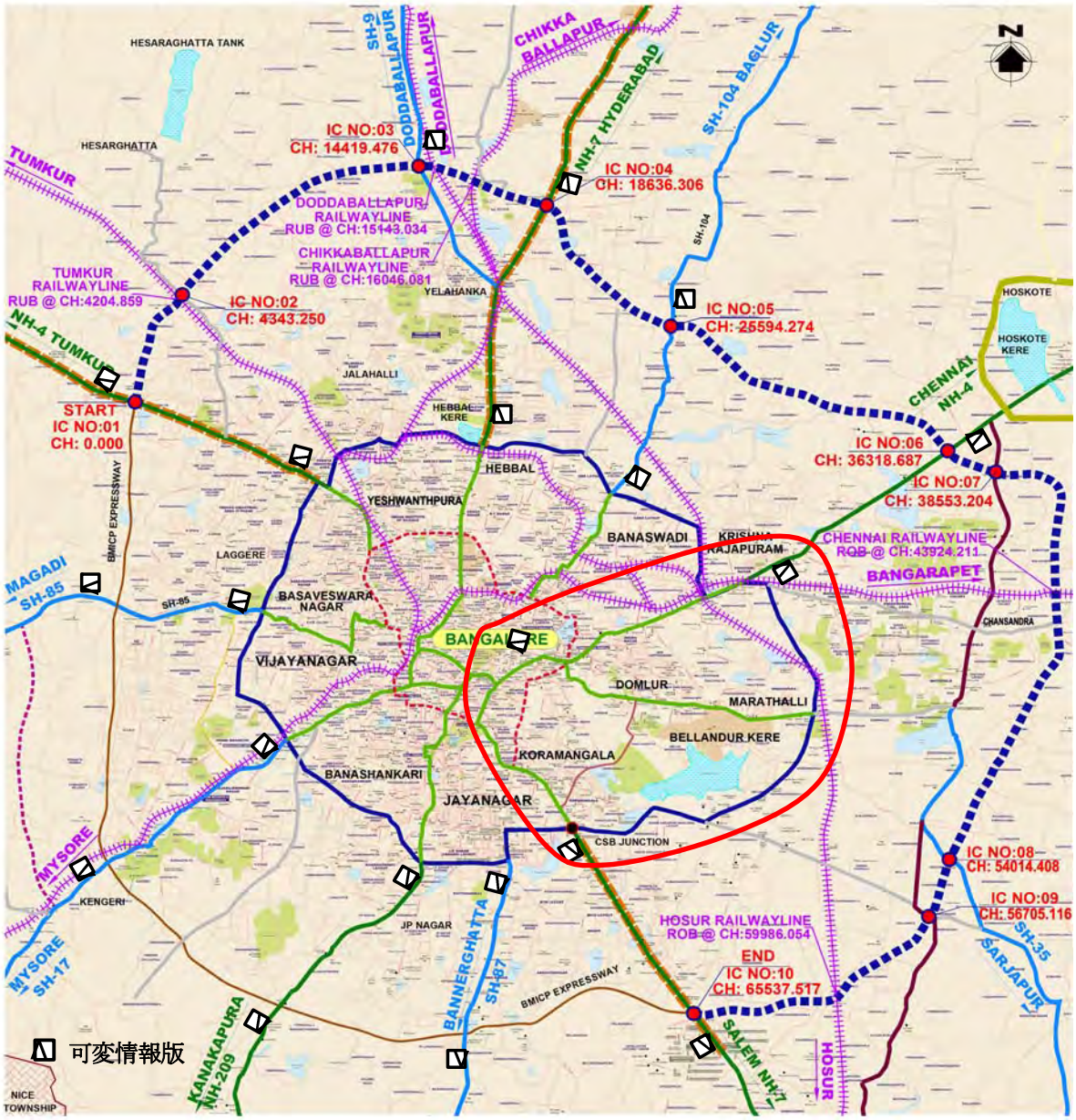
ＩＴＳマスタープランでは市内の２０個所に可変情報盤を設置することが推奨されている。交通量計測システムと同様に、予算及び工事期間を踏まえると、これらを全て無償事業の中で整備することは非現実的であると考えられる。

このため、無償事業における可変情報盤の設置対象範囲の推奨案についても、前節の交通量計測システムと同様の考えを踏襲することとした。次図に示す赤で囲まれた範囲となり、可変情報盤は３個所となる。

注：上記はあくまでも本業務における整理であり、詳細は無償事業の中で最終化されるものである。

＜有償（フェーズ２）＞

残り１７個所に設置する。対象範囲は交通量計測システムと同様に、周辺環状道路も含めた全域とする。対象範囲を次図に示す。



出典：ＩＴＳマスタープランを基に調査団にて編集

無償事業：赤で囲まれた地域の機器を整備

有償事業：それ以外の残りの機器を整備

図 5.2.4　　ベンガルールにおける可変情報版配置図

6) インターネットシステム

＜無償（フェーズ１）＞

市バスより得られるプローブデータに基づくプローブカーシステムと渋滞長計測システムによって生成された動的な渋滞情報を、インターネットにより道路ユーザに対して提供する。対象範囲は主に外環道路の内側の主要幹線道路とする。

＜有償（フェーズ２）＞

都市間バスやその他の車両より得られるプローブデータに基づく動的な渋滞情報を提供する。有償事業では必要なソフトウエアの改修を行う。

(2) 結論

DULT、BDA、及びベンガルール交通警察に対して説明を行い、理解を得た。

5.3 無償事業及び円借款事業によるＩＴＳ機器の数量

(1) 調査団による説明

これまでに述べた考察に基づき、無償事業及び有償事業によって導入されるＩＴＳ機器の数量を整理した。結果を次表に示す。

なお、本業務では、周辺環状道路におけるインターチェンジが３個所追加となり、必要とされる料金所のブース数が精査されている。周辺環状道路におけるＩＴＳ（交通管制システム、及び料金徴収システム）の機器の数量についてはこれらの検討結果も反映した。

これらを DULT、BDA、及びベンガルール交通警察に対して説明を行った。

表 5.3.1　　無償事業及び円借款事業によるＩＴＳ機器の数量

	ITSコンポーネント		無償	有償
都市内ITS	ベンガルール交通情報システム（B－TIC）	センターシステム（含む：プローブシステム）	1式	アップグレード
		渋滞長計測システム	13個所 （100基）	
		交通量計測システム	8個所 （16基）	32個所 （64基）
		可変情報盤システム	3基	17基
		インターネットシステム	1式	アップグレード
	信号連携システム		20交差点	180交差点
	クリアリングハウス			1式
PRR ITS	交通管制システム	センターシステム（交通管制センター）		1式
		交通量計測システム		24基
		CCTVシステム		24基
		可変情報盤システム		50基
		インターネットシステム		1式
	料金徴収システム	センターシステム（料金徴収管理センター）		1式
		トールプラザシステム		13個所
		ETCシステム		46基
		タッチアンドゴーシステム		108基

出典：調査団

(2) 結論

DULT、BDA、及びベンガルール交通警察の理解を得た。

5.4 無償事業及び円借款事業によるＩＴＳ機器費

(1) 調査団による説明

前節で示した数量を基に、無償事業及び円借款事業で整備されるＩＴＳの機器費を整理した。結果を次表に示す。

DULT 及び BDA に対して説明を行った。

表 5.4.1　　無償事業及び円借款事業によるＩＴＳ機器費

単位＝インドルピー

ITSコンポーネント		機器費	
		無償事業	有償事業
ベンガルール交通情報システム（B－TIC）	センターシステム（含む：プローブシステム）	557,546,250	271,476,000
	渋滞長計測システム	63,640,500	
	交通量計測システム	34,317,360	137,269,440
	可変情報盤システム	42,124,005	238,702,695
	インターネットシステム	60,060,000	1,155,000
小計		**757,688,115**	**648,603,135**
PRR　ITS	交通管制システム		791,903,340
	料金徴収システム		572,029,950
小計			**1,363,933,290**
信号連携システム		207,510,300	1,321,563,900
クリアリングハウス			389,620,800
合計		**965,198,415**	**3,723,721,125**

出典：調査団

注：ＩＴＳマスタープランでは予備費及びコンサルタントフィーを含んで算出されていたが、本業務においては、これらは別で算出しているため、上記の費用からは除外した。

(2) 結論

DULT、及び BDA より理解を得た。

5.5 ベンガルール交通警察による情報提供について

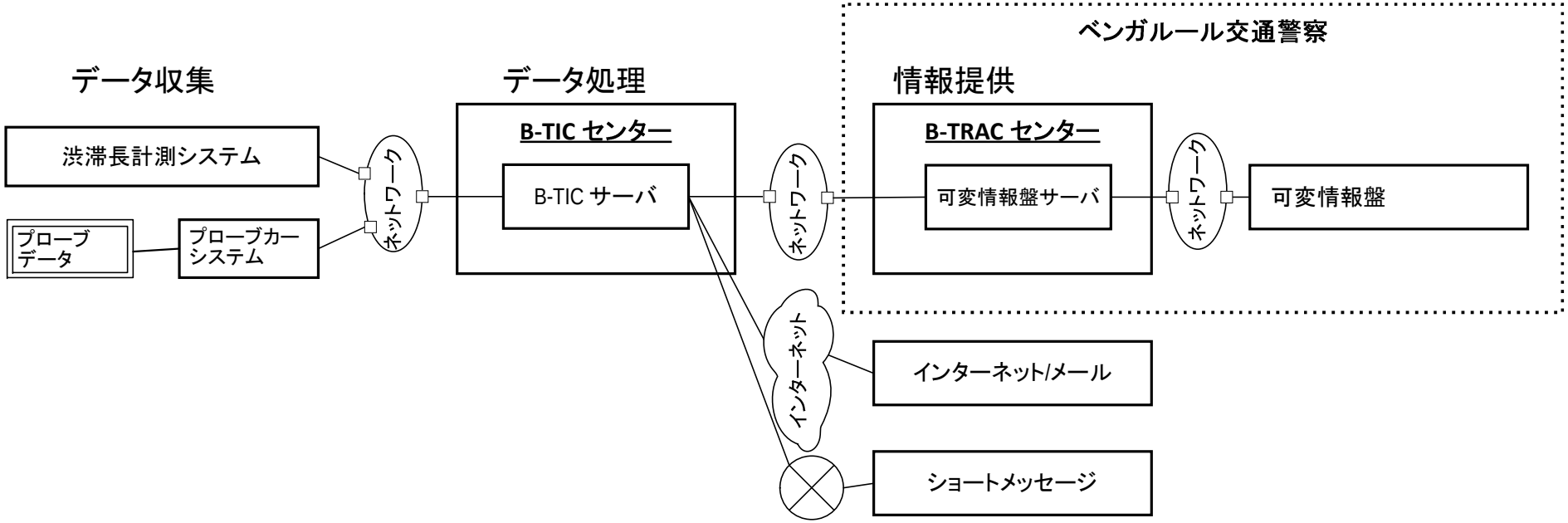
(1) 調査団による説明

本業務の中で、下記についてもベンガルール交通警察に対して説明を行った。

Ｂ－ＴＩＣはベンガルールにおけるデータセンターとして整備される。交通データを収集し、処理し、解析し、結果を関連機関に共有する。可変情報盤は交通管理の一環として、ベンガルール交通警察が運用するものである。このため、Ｂ－ＴＩＣにて生成された動的な渋滞情報の計算結果を、ベンガルール交通警察が運用する既存のＢ－ＴＲＡＣと呼ばれる交通管理センターに転送する。交通警察は、交通管理の観点より、その他にもさらに優先して提供されるべき情報等を勘案の上、彼らの判断を踏まえて、可変情報盤より情報を提供する。

Ｂ－ＴＩＣ及びＢ－ＴＲＡＣのシステム関連図を次図に示す。

注：下図はＢ－ＴＩＣを構成するサブシステムのうち、ベンガルール交通警察（Ｂ－ＴＲＡＣ）に関連した部分のみ示す。



出典：調査団

図 **5.5.1**　　Ｂ－ＴＩＣとベンガルール交通警察（Ｂ－ＴＲＡＣ）のシステム関連図

(2) 結論

ベンガルール交通警察より理解を得た。

5.6 ＩＴＳのための組織

(1) 調査団による説明

無償事業及び円借款事業では、各種の異なるＩＴＳコンポーネントが整備される。従って、それぞれのＩＴＳコンポーネント毎に、どの組織によって実施されるのかを明確にし、決定しておく必要がある。実施段階及び運用段階別に担当組織を明確にするとともに、機器の所有権についても併せて確認しておく必要がある。

(2) 結論

DULT、BDA、及びベンガルール交通警察と協議を行い、下表に示す結論に至った。

表 5.6.1　　ＩＴＳの担当組織

ＩＴＳ コンポーネント		プロジェクト	プロジェクトステージ		機器	
			実施（発注/整備）	運用	所有権	管理
Ｂ－ＴＩＣ	※１	無償	DULT	DULT	DULT	DULT
		有償	BDA	DULT	DULT	DULT
	可変情報盤	無償	DULT	ベンガルール交通警察	ベンガルール交通警察	ベンガルール交通警察
		有償	BDA	ベンガルール交通警察	ベンガルール交通警察	ベンガルール交通警察
信号連携システム		無償	DULT	ベンガルール交通警察	ベンガルール交通警察	ベンガルール交通警察
		有償	BDA	ベンガルール交通警察	ベンガルール交通警察	ベンガルール交通警察
クリアリングハウス		有償	BDA	DULT	DULT	DULT
交通管制システム（ＰＲＲ）		有償	BDA	BDA	BDA	BDA
料金徴収システム（ＰＲＲ）		有償	BDA	BDA	BDA	BDA

※１：渋滞長計測システム、交通量計測システム、センター

出典：調査団

(3)　調査団による推奨案：ＩＴＳ Ｓｏｃｉｅｔｙの設立

ＩＴＳの実施、運用には複数の関連機関が関与することになり、組織間の連携を十分に図ってゆくことが重要である。

従って、無償事業及び円借款事業においても、ＩＴＳの実施全般を統括する責任母体を設立することが推奨される。ＩＴＳマスタープランでは、カルナタカ州政府による「ＩＴＳ　Ｓｏｃｉｅｔｙ」[1]の設立が提唱されており、ここがベンガルールにおけるＩＴＳに係る活動全般を監督することが推奨されている。DULT が統括し、関連機関の高官により組織されるものである。参加組織の意見を反映しながら、活動をモニタリングし、調整を図り、意思決定を行う。参加組織は、ベンガルールの都市交通セクターにおける主要なステークホルダーから成り、ベンガルール交通警察といった交通管理者の他、道路管理者、公共交通の事業体（市バス、都市間バス、メトロ）や交通局などが含まれる。

ＩＴＳの実施に先立ち、ＩＴＳマスタープランで提唱されたＩＴＳ Ｓｏｃｉｅｔｙの設立が推奨される。（詳細はＩＴＳマスタープランを参照）

5.7　コントラクター及びコンサルタントのスコープ

5.7.1　据え付け及び運用に係るコントラクターのスコープ

(1)　調査団による説明

コントラクター（サプライヤー）のスコープに運用も含めるか否かについて確認・合意しておく必要がある。

先行事例として、インド国ハイデラバード都市圏におけるＩＴＳプロジェクトでは、コントラクターであるサプライヤーが機器の据え付け後、継続して運用を実施する発注形態であった。ＩＴＳコンポーネントは、ハイデラバード外環道路における交通管制システム、料金徴収システム、及び都市内ＩＴＳであり、いずれも円借款事業で実施されるものである。

DULT、BDA 及びベンガルール交通警察と円借款事業による全てのＩＴＳコンポーネントにおいてコントラクター（サプライヤー）が運用を実施することについて協議した。

(2)　インド側のコメント

インド側から以下のコメントがあった。

- DULT としては、コントラクター（サプライヤー）契約に運用を含めることが必要と考える。無償事業、及び円借款事業の双方にて、全てのＩＴＳコンポーネントに同様に適用されるべきであると考える（但し、信号連携システムを除く）。
- BDA としても、特に以下の点を踏まえて、同様の見解である。

[1] 「Society」とは、法令「Indian Society Act 1860」に基づき、設立趣旨・目的を達成するために法的な責任を持つものである。基本合意書には趣旨・目的が明記され、Society の構成メンバー／構成機関が署名する。「Register of Society」に登録され、これを以って目的達成にあたっての法的責任を伴うことになる。

- ✓ 導入したシステムに精通しているコントラクターが継続して運用を実施することで、運用期間中に生じる不具合の修正などを行うことにより、システムの安定化が図られるものと考える。
- ✓ 同時に、この運用期間は政府側の管轄組織にとっても、運用に係るノウハウを習得するよい機会であるものと考えられる。
- ✓ 基本的には運用期間は３年程度が想定され、必要と判断される場合は運用期間の延長等も考えられる。

- ベンガルール交通警察によれば、機器の運用を運用業者に発注することはなく、彼ら自身で運用するということであった。このため、信号については本件の対象外となる。
- DULT、及び BDA からは、無償事業においても運用を含めた発注形態としたいとの希望があった。

(3)　結論

本件については国際協力機構の見解に従って最終化される。（但し、信号を除く）

5.7.2　ＩＴＳコンポーネントに係るコントラクターのスコープ（円借款事業）

(1)　調査団による説明

円借款事業では周辺環状道路におけるＩＴＳ（ＰＲＲ　ＩＴＳ：交通管制システム、及び料金徴収システム）及び都市内ＩＴＳの整備が含まれる。円借款事業におけるこれらのＩＴＳコンポーネントに係るコントラクターのスコープについて確認・合意しておく必要がある。円借款事業で整備されるＩＴＳコンポーネントを下表に再掲する。

表 5.7.1　　円借款事業にて整備されるＩＴＳコンポーネント

	ITSコンポーネント
都市内ITS	ベンガルール交通情報システム（B－TIC）
	信号連携システム
	クリアリングハウス
PRR ITS	交通管制システム
	料金徴収システム

出典：調査団

(2)　結論

DULT、及び BDA との協議の結果、以下について合意した。

- 都市内ＩＴＳ及び周辺環状道路に対するＩＴＳそれぞれで別とする。

5.7.3　ＩＴＳコンポーネントに係るコンサルタントのスコープ（円借款事業）

(1)　調査団による説明

円借款事業では周辺環状道路におけるＩＴＳ（ＰＲＲ　ＩＴＳ：交通管制システム、及び料金徴収システム）及び都市内ＩＴＳの整備が含まれる。円借款事業におけるこれらのＩＴＳコンポーネントに係るコントラクターのスコープについて確認・合意しておく必要がある。

以下の点を踏まえ、１つのコンサルタントのスコープに都市内ＩＴＳ及び周辺環状道路におけるＩＴＳ双方を含めることを推奨する。

- ＩＴＳの設置にあたっては、各ＩＴＳコンポーネント間で調整を図る必要が生じる。特に、都市内ＩＴＳであるＢ－ＴＩＣセンターと周辺環状道路における交通管制センターの間でデータのやり取りを行うため、互換性の確保が必要となる。
- 円借款事業における都市内ＩＴＳ及び周辺環状道路におけるＩＴＳは同時期に実施され、これらの実施スケジュールのタイミングに大きなかい離がない。

(2)　結論

DULT、及び BDA より上記について同意を得た。

5.8　ＩＴＳの設計及び契約約款

5.8.1　無償事業及び円借款事業におけるＩＴＳの設計について

(1)　調査団による説明

BDA に対して、無償事業及び円借款事業におけるＩＴＳの設計思想、及びこれに伴う設計図書について以下のとおり説明を行った。

- 無償事業においては、センターの構築と対象地域を限定した路側機器を導入し、基本となるＩＴＳコンポーネントを整備する。これらの基本となるＩＴＳコンポーネントの設計を行い、仕様書を策定する。
- 円借款事業においては、無償事業で整備されたこれらの基本となるＩＴＳコンポーネントを基に、対象エリアとセンター機能を拡張する。
- 従って、円借款事業では、無償事業にて策定された仕様書を基本とし、これを流用する形で設計を行う。これにより、対象エリア及び機能の拡張の際の互換性を確保するとともに、効率的な円借款事業の実施を図るものとする。

(2)　結論

BDA より上記について同意を得た。

5.8.2　円借款事業におけるＦＩＤＩＣ契約約款について

(1)　調査団による説明

円借款事業における FIDIC 契約約款について、以下のとおり説明した。

- Yellow Book はデザインビルド方式を前提としたものである。デザインビルド方式では、発注者によって規定された性能規定に基づき、これを満たすよう、コントラクターが詳細設計を実施するものである。
- Silver Book は EPC（Engineering, Procurement, Construction）又は Turnkey 方式を前提としたものである。これらは所謂「一括請負契約」となり、上記のデザインビルド方式でいう発注者による性能規定の多くがコントラクターの側の Engineering に含まれるという点でも異なり、買い手が「鍵を回す」だけで設備を運転できる状態に仕上げて引き渡すタイプの契約形態である。ベンガルールにおける ITS の円借款事業はこうしたタイプのプロジェクトとは異なる。
- Gold Book はデザインビルド方式を前提としたものであり、且つ、運用も含んだ契約形態である。しかし、運用期間は約２０年間と長期間を想定しており、運用期間が著しくこれと乖離するようなプロジェクトの場合は、FIDIC は Gold Book を推奨していない。

- Red Book は設計の大部分を発注者が行うプロジェクトのためのものである。Pink Book は Red Book を基に、世銀のような国際開発金融機関によって融資されるプロジェクトのために準備されたものである。
- 結果、本円借款事業では、Yellow Book に基づき、Particular Condition of Contract の中で運用に係る条項を追記する形とすることが最適であると考えられるが、国際協力機構の見解に沿って決定される。

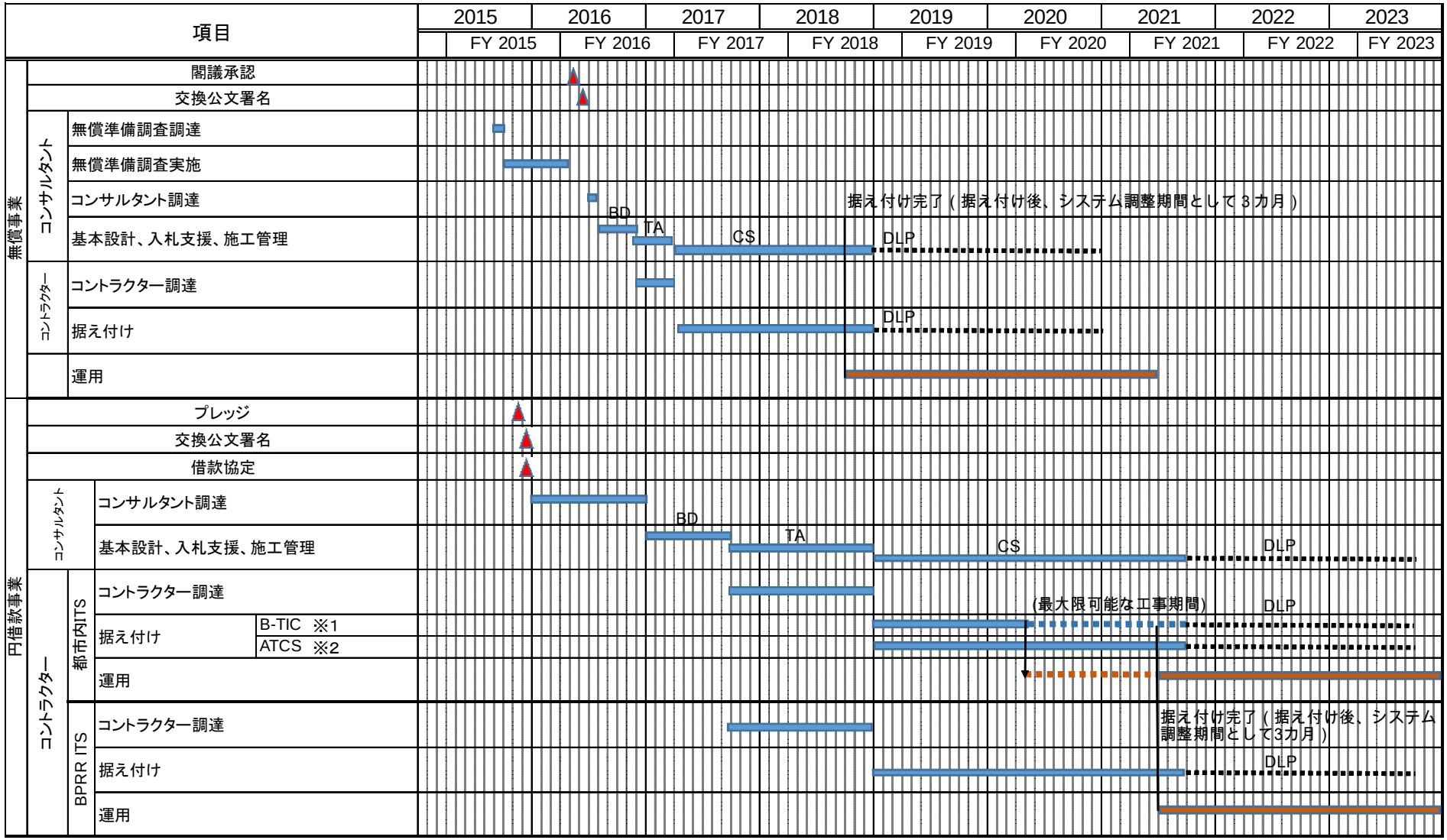
(2) 結論

上記の内容について、BDA より理解を得た。

5.9 無償事業及び円借款事業 ITS 実施スケジュール

(1) 調査団による説明

無償事業及び円借款事業による ITS 実施スケジュールを次ページに示す。



BD：基本設計（Basic Design）、TA：入札支援（Tendering Assistance）、CS：施工管理（Construction Supervision）、DLP：瑕疵担保期間（Defect Liability Period）

※1 B-TIC：ベンガルール交通情報システム、※2 ATCS：信号連携システム

出典：調査団

図 **5.9.1** ITS 実施スケジュール

(2)　結論

DULT からは、円借款事業における都市内 ITS は無償事業の拡張であり、上記の実施スケジュール（工事期間）では運用の開始時期が遅く、これを早める必要がある旨コメントがあった。これに対して調査団からは、上記で示した工事期間（B-TIC：ベンガルール交通情報システムの据え付け期間の点線）は、最大限確保できる期間であり、実際に要する工事期間は基本設計の際に詳細化される旨、回答している。

5.10 その他ＩＴＳの実施にあたり留意すべき事項

5.10.1 無償事業におけるプローブカーシステムのためのＧＰＳ機器について

(1) 調査団による説明

Ｂ－ＴＩＣはプローブデータを基に道路ネットワーク上の渋滞情報を生成し、道路利用者に対して情報を提供するものである。このため、プローブデータはＢ－ＴＩＣにとって不可欠であり、プローブカーからのプローブデータが確実に転送される必要がある。

無償事業では、市バス事業者であるＢＭＴＣが運行する市バスに設置されたＧＰＳ機器より得られるプローブデータを活用することが検討されている。

市バスの運行管理システムがＢＭＴＣにより構築中であり、現在、一部が試行運転されている。当初、ＢＭＴＣによる運行管理システムは２０１５年８月に完了する予定であった。

２０１５年７月時点での情報によれば、この試行運転では当初想定されていたプローブデータが安定的に受信できておらず、現在原因を究明中であり、システム構築の進捗に大きな遅れが生じているとのことである。

(2) 対応策案

Ｂ－ＴＩＣとしてのプローブデータの重要性、及び上記のような状況を鑑み、外部システムへの依存度を最小化するという意味でも、ＧＰＳ機器を無償事業によってＢＭＴＣに対して供与することを推奨する。

このため、以下についてＢＭＴＣに対して早急に確認し合意を得る必要がある。

- 無償事業によって提供されるＧＰＳ機器をＢＭＴＣとして受け入れることは可能か否か
- この場合、無償事業では維持管理費は対象外となるため、バスから彼らの運行管理センターまでのＧＰＳデータの通信費はＢＭＴＣが賄うことになる。
- 無償供与されたＧＰＳ機器のメンテナンスはＢＭＴＣが行う必要がある。
- ＧＰＳデータ受信後のバスの運行管理システムとしてのセンターサーバ（中央サブシステム）は、無償事業のスコープ外となるため、ＢＭＴＣが構築する必要がある。

(3) 結論

上記を踏まえ、DULT よりＢＭＴＣに対してレターを発行し、確認を行ったところ、以下の回答であった。

- 現在、試行運転の状況は改善し、市バス全台（６７００台）に対するＧＰＳの設置は今後１年を目処に完了予定である。
- このため、ＧＰＳ機器の設置はＢＭＴＣ自身で行う。無償事業によるＧＰＳ機器の供与は必要ない。

注：上記の状況については無償事業の中で改めて確認・更新を行う必要がある。

(4)　調査団による推奨案

Ｂ－ＴＩＣにとってプローブデータの安定的な受信は必要不可欠な要素である。このため、現時点でのＢＭＴＣの回答は上記のとおりであるものの、可能であれば、ＧＰＳ機器は無償事業によって供与されることを推奨する。

無償事業におけるＢ－ＴＩＣによる渋滞情報の対象路線は市内の主要道路となる。このため、全台（６７００台）ではなくとも、少なくとも、主要路線を走行するバスを特定の上、これらのバスに対するＧＰＳ機器の供与を行うことも考えられる。

5.10.2 周辺環状道路及び NICE 道路との情報共有及び NICE 道路への ITS 機器導入について

周辺環状道路及び NICE 道路（Nandi Infrastructure Corridor Enterprise Road）との情報共有及び NICE 道路への ITS 機器導入について以下、考察を述べる。

計画中の周辺環状道路は供用中の NICE 道路と接続し、環状道路を形成する。本件業務においては周辺環状道路区間における ITS を検討しているが、ITS の観点から言えば、将来的に環状道路を形成することから、NICE 道路区間も含めて一体的に管理されることが望ましい。

しかしながら、周辺環状道路の本体及び ITS 設備は円借款事業で整備され、BDA によって運営される一方、NICE 道路は BOT（Build Operate and Transfer）方式にて整備され、運営されている。コンセッション契約は１９９５年から４０年間である。現在のところ、NICE 道路には、交通管制システム及び料金徴収システム共に ITS 設備は整備されていないため交通情報の共有は出来ない。NICE 区間にて将来 ITS 設備を整備する場合、以下の点に留意の上、整備されることが望ましい。

交通管制システム：NICE 区間における交通管制センター及び路側機器を整備し、センター間で必要な情報を交換する。必要な情報とは、それぞれの管轄区間における渋滞情報、事故情報、通行止め情報などである。情報を受けた側は、その先の進行方向の交通情報として必要に応じてそれぞれの管轄区間内で情報を提供する。情報の交換にあたっては、どの情報をシステムにて自動でやりとりするのか（オンライン情報交換）、どの情報を運用で賄うのか（オフライン情報交換）等について決定しておく必要がある。また、オンラインでの情報交換については、通信方式、データフォーマット、データ交換周期等について取り決めをしておく必要がある。

なお、円借款区間における交通管制センターの構築が計画されているため、NICE 区間には路側機器のみ整備し、円借款区間でのセンターにて情報を集約することも可能ではあるが、交通管制システムは高速道路の運用にも密接に関連するため、組織面、実施方式等を考慮すれば、上記に述べた手法が現実的であるものと考えられる。

料金徴収システム：それぞれの管轄区間における料金管理は各々が行うため、別々で導入し別管理とすることが現実的である。ここで、高速道路ユーザの利便性の観点から、NICE 区間にて将来自動料金収受システム（ETC）を整備する場合は同一方式とし、タッチアンドゴー及び

ETC カードも同一のカードタイプとして共有化を図ることが望まれる。この場合、クリアリングハウスが必要となる。

5.10.3 クリアリングハウス及び周辺環状道路の料金徴収システムのスマートカードについて

ＩＴＳマスタープランでは、共通スマートカードの決済システムであるクリアリングハウスの構築が推奨されている。共通スマートカードとは１つのスマートカードによる多目的利用を意図したものであり、クリアリングハウスは異なる事業者間の支払いの決済を行うものである。

また、周辺環状道路における料金徴収システムが導入される。本料金徴収システムでは、現金払い、スマートカードを利用した支払い（タッチアンドゴー）、及びスマートカードを利用したＥＴＣの３種類の料金徴収方式が予定されている。このため、料金徴収システムの設計の中でスマートカードについても設計することになり、また、料金徴収システムが稼働する前にスマートカードが利用可能な状態になっている必要がある。

一方で、公共交通事業者である市バス及びベンガルールメトロではスマートカードが導入されつつある。ベンガルールメトロでは既にスマートカードが導入されており、市バスは現在スマートカードの導入を計画している状況にある。また、市バスとベンガルールメトロの間では双方で利用可能なスマートカードの共通化に向けた検討がされつつある（詳細は後述する）。

周辺環状道路における料金徴収システムでのスマートカードの導入、及びクリアリングハウスの構築は、これらの動向とも密接に関連するため、これらについても本業務の中での検討事項とした。

(1) ベンガルールにおけるスマートカードの現況

1) ベンガルールメトロ

メトロ事業者であるベンガルールメトロ公社（Bengaluru Metro Rail Corporation Limited 以下、BMRCL と呼ぶ）によって既に導入されている。メトロの乗車料金のみに使用できるものであり、カードタイプは Mifare である。

2) ベンガルール市バス

ベンガルールの市バスには現時点ではスマートカードは導入されていない。市バス事業者である BMTC によって現在、スマートカードの導入が計画されている。スマートカードの導入に係る状況は以下のとおり。

バス料金支払いシステム導入プロジェクトが進行中であり、この中でスマートカードの導入が計画されている。本プロジェクトは（１）バス乗車券自動発券システム[2]、及び（２）ス

[2] 紙媒体のバスの乗車券を発行するシステム。主要なバスターミナルの他、バスの車内に乗車員が携行型の乗車券発券端末を携行し、利用者から乗車料金の支払いを受けその場で乗車券を発券する。また、市バスの乗車料金管理も行う。

マートカードシステムの２つのコンポーネントから成る。スマートカードについてはNPCI仕様[3]を前提として検討されている。

コントラクターはそれぞれ、（１）TRIMAX（バス乗車券自動発券システム）、（２）Axis Bank（スマートカード）であり、カードサプライヤーはCartec（トルコ）及びVerifone（米国）となる。現在、スマートカードの設計段階とのことである。

概況を下表に整理する。

表 5.10.1　ベンガルールにおけるスマートカードの概況

項番	項目	ベンガルールメトロ	市バス
(1)	スマートカード導入状況	利用可能	導入を計画中
(2)	カードタイプ	Mifare DESFire (ISO 1443 Type A)	NPCI仕様
(3)	コントラクター	Samsung（韓国）	Axis Bank（インド）
(4)	コントラクター契約	メトロ建設フェーズ１まで（２０１６年）	２０１４年～２０１９年
(5)	カード発行者	BMRCL	Axis Bank
(6)	電子マネー管理者／発行者	BMRCL	Axis Bank

出典：調査団

[3] NPCI：National Payment Corporation of India の略。インド中央銀行（Reserve Bank of India: RBI）配下の金融組織。インドにおける電子マネーによる支払い、電子決済に係る枠組みや方針、取り決めなどをつかさどる。
近年では、NPCI により「Rupay」の運用が開始された。「Rupay」とは、クレジットカードやデビッドカードなど、金融分野における IC カードを用いたカード取引のための仕様を定めたものである。国際的なデファクト標準では EMV がこれに相当する。EMV とは、VISA International、Mastercard International、及び Europay の間で合意した IC カードによる電子取引のための統一規格である。「Rupay」は所謂 EMV のインド版である。
これとは別に、スマートカードのインド版仕様として、NPCI 仕様が近日、リリースされた。

3) ベンガルールメトロと市バスのスマートカード共通化に向けた動き

DULT 主催の下、メトロ事業者（BMRCL）及び市バス事業者（BMTC）の間でスマートカードの共通化に向けた協議がこれまで何度か開催されてきた。双方とも、共通化に向けて前向きに検討するとの姿勢を示してはいたものの、具体的な決定はこれまでなされていない。これを踏まえ、本業務において、改めて状況を以下のとおり確認した。

- メトロ事業者（BMRCL）としては、既存のシステムの改修も含めて、市バス事業者（BMTC）が導入を計画している NPCI 仕様への改修の可能性について検討する意向を有している。これを踏まえ、バス事業者（BMTC）より NPCI 仕様をベースとした詳細な技術情報をメトロ事業者（BMRCL）に対して開示する。
- メトロ事業者（BMRCL）はこれを基に、システムの改修費用等を精査し、共通化を行うのか否かを判断する。

注：共通化に向けては現時点においても、検討の初期段階にあると言え、今後も両者の間で引き続き協議・検討が必要な状況であると判断される。

(2) 現況を踏まえた提案

上記の現況を踏まえ、円借款事業にて整備される料金徴収システムのためのスマートカード及びクリアリングハウスについては、以下の２つのケースのいずれかを、今後の状況を踏まえつつ、実施することが考えられる。

ケース１：周辺環状道路の料金徴収システムに多目的カードを導入し、クリアリングハウスを構築する。

ケース２：周辺環状道路の料金徴収システムに周辺環状道路の通行料金のみ利用可能な単一目的カードを導入する。

以下に説明する。

＜ケース１＞

スマートカードの設計

円借款事業での設計時期までにバス事業者（BMTC）による NPCI タイプをベースとした技術仕様が最終化されていれば、メトロでの共通利用の可能性も踏まえて、料金徴収システムでのスマートカードは NPCI タイプの共通カードとして導入する。但しこの場合、以下の点に留意が必要である。

- NPCI タイプをベースとしたバス事業者（BMTC）のスマートカードは、多目的利用を前提として設計されること。
- 円借款事業による料金徴収システムの設計チームにバス事業者（BMTC）によるカードに係る技術仕様の詳細を開示すること。

- NPCI タイプのスマートカードの導入・稼働実績は現在のところどこにも存在しない。円借款事業による設計に先立ち、NPCI タイプのスマートカードが確実に稼働することを実証しておく必要がある。

円借款事業での設計時期までにバス事業者（BMTC）による NPCI タイプをベースとした技術仕様が最終化されていなければ、その時点での情勢を踏まえてカードタイプを決定し多目的カードとして設計する。多目的カードの設計にあたっては、DULT、BDA、バス事業者（BMTC）、メトロ事業者（BMRCL）など、関連機関と密に調整を図りながら進めること。

クリアリングハウス

共通スマートカードは異なる交通機関や各種のサービスで使用されるものであり、複数のカード発行者や電子マネー管理者／発行者が存在することになる。このため、これらの支払いの決済を行うための仕組みとしてクリアリングハウスが必要となる。

本業務の中で、クリアリングハウスの運用は DULT の管轄下で実施されることが確認された。
インド中央銀行による規約によれば、クリアリングハウスの運営は銀行業務の免許が必要となるため、運営にあたっては銀行とタイアップすることが必要となる。この点、留意しておくことが必要である。

（上記の規約では、異なるカード発行者や電子マネー管理者／発行者によって設置されたカード読み取り機を通じて使用される電子マネーの支払いシステムは「セミオープンシステム」と呼ばれるカテゴリーに属し、この「セミオープンシステム」の決済業務には銀行業の免許が必要であるとされている。本規約の該当箇所を本節の後段に掲載する。）

注：クリアリングハウスの設立にあたっての必要事項の詳細は ITS マスタープランを参照

＜ケース２＞

円借款事業での設計時期までにバス事業者（BMTC）による NPCI タイプをベースとした技術仕様が最終化されていない場合、周辺環状道路の通行料金のみに利用可能な単一目的のカードとして導入する選択肢もある。（カードのタイプはその時点での情勢を踏まえて別途判断する。）

周辺環状道路の ITS の発注、運営維持管理は BDA が管轄となる。この場合、単一目的のカードシステムは料金徴収システムの一部と位置づけられることから、カード発行者、電子マネー管理者／発行者も BDA となる。一方で、カードや電子マネーの管理・運用には専門的な知識が必要とされるため、サプライヤーにカードや電子マネーの管理・運用も含めた形で発注することが推奨される。

ケース２の場合は、カードの利用が周辺環状道路の通行料金に限定されるため、クリアリングハウスの構築は必要ない。但し、将来的に別サービスとの共通化を図る場合には、システムの改修とクリアリングハウスの構築が必要となる点に留意する必要がある。

次表に、ケース１及びケース２の長所・短所を整理する。

表 5.10.2　　ケース１及びケース２における長所・短所

	長所	短所
ケース１	- ケース２に比べユーザの利便性がより高い - 従ってカードの普及がより期待できる（T&G や ETC の利用） - 多目的利用にあたってシステム改修の必要がない（或いは最小限の改修）	- ケース２に比べ設計と実施が複雑である - 関係機関との密な連携と調整が必要となる
ケース２	- ケース１に比べ設計と実施がしやすい	- ケース１に比べユーザの利便性が低い - 従ってカードの普及はケース１ほど期待できない（T&G や ETC の利用） - 将来的に多目的カードに移行する場合、システムの改修が必要となる

出典：調査団

(3)　結論

DULT より上記について理解を得た。（バス事業者（BMTC）によるスマートカードの導入は２０１６年中を目処に完了する可能性が高いとのコメントがあった）

(4)　調査団による推奨案

多目的カードへの移行の際はシステムの改修が必要となることから、ケース１が推奨される。但し、共通スマートカードの導入やクリアリングハウスの構築には BDA、バス事業者、メトロ事業者など、関連する機関が調整を図りながら進める必要がある。また、これまでに述べた各種の調整には今後も一定以上の期間が予想される。これらを踏まえ、前述した「ITS Society」を早期に設立し、ここが本件についても管轄することを推奨する。

＜補足＞

インド中央銀行（Reserve Bank of India：RBI）によるプリペイド料金支払いシステムに関する規約

インド中央銀行による規約では、プリペイド料金支払いシステムを以下の４つのカテゴリーに定義している。

(i) クローズシステム
ある組織内でのみ利用可能な電子マネーシステム。例：ある組織の構内での昼食や売店での文房具用品の購入など、雇用者が従業員に対して発行するカード等、及びこれらのシステム。

(ii) セミクローズシステム
あるカード発行者、或いは電子マネー管理者／発行者が発行したスマートカード・電子マネーが、同じ発行者によって設置されたカード読み取り機を通じて利用される電子マネーシステム。例：バス事業者がカード発行者（或いは電子マネー管理者／発行者）であって、このバス事業者がバス乗車料金徴収のためにバスの車内にカード読み取り機を設置し、利用される場合。また、仮に同じバス事業者がメトロ運賃徴収のための読み取り機をメトロの駅に設置し、駐車場利用料金徴収のために駐車場に設置した場合も、これに該当する。

(iii) セミオープンシステム
あるカード発行者、或いは電子マネー管理者／発行者が発行したスマートカード・電子マネーが、異なる発行者によって設置されたカード読み取り機を通じて利用される電子マネーシステム。例：バス事業者が発行したカード、或いは電子マネーが、異なる発行者（メトロ事業者、駐車場管理者、銀行、小売事業者など）によって設置されたカード読み取り機を通じて利用される場合。

(iv)オープンシステム
交通料金や小売サービスなどで利用されるスマートカードと銀行カードが一体となった電子マネーシステム。例：銀行のデビットカードとプリペイドカードが一体となったコンボカードなど。この場合、銀行のみが発行者となり得る。

出典：インド中央銀行：プリペイド料金支払いシステムに関する規約を基に調査団による意訳

本規約では、上記のセミオープンシステム及びオープンシステムの決済業務に、銀行業の免許が必要とされている。

注：上記は調査団によって規約を意訳したものである。本規約の該当箇所を抜粋の上、添付する。

6 章　事業実施計画

DPR は設計施工（DBOT）を前提に作成されていることから、本調査においては円借款供与を前提とした事業計画の見直しを実施した。

6.1　事業の財源

DPR における財務分析の結果から、設計施工（DBOT）での実施が断念され、我が国に対して円借款供与を要請した。本報告書での円借款契約締結時期は 2015 年 12 月と設定する。

6.2　コンサルティングサービス

実施機関側によると、詳細設計は実施機関側で実施される（円借款対象外）とのことである。詳細設計実施期間については実施機関側との協議結果に基づき 12 ヶ月と設定した。また、詳細設計開始時期は円借款契約締結後（2016 年 1 月）の開始と設定した。

したがって、円借款の対象となるコンサルティングサービスは、１）詳細設計レビュー（土木本体工事）、２）入札支援、３）施工監理、と仮定した。尚、ITS（高度交通情報システム）については実施機関側で入札図書作成が予定されていないことから、基本設計より円借款にて実施される前提としている。

6.3　建設業者の入札工程

土木本体工事の業者入札の実施機関は 12 ヶ月と設定した。また、ITS 工事の業者入札期間は 15 カ月と仮定している。

6.4　建設に係る工程 （土木本体工事）

6.4.1　入札パッケージ

DPR では 3 工区（Section 1, 2, 3）に工区分割されている。Section 3 の事業費は他工区に比して額が大きく、本業務において提案された橋種変更（コンクリート橋から鋼橋への変更：3 章参照）も Section 3 に位置することから、Section 3 の工費は他工区に比して更に増大することが予見された。

調査団は Section 3 を 2 分割し各工区の事業規模を均等化することを提案（提案工区境は 6 章参照）し、2015 年 5 月 21 日の技術協議にて基本的に了解された。最終的な工区割は詳細設計にて確定されることとなる。

表 6.4.1　　入札パッケージの変更提案

工　区	DPR での工区割	調査団提案の工区割	
Section 1 (L=18 km)	1,145 Crore	1,145 Crore	
Section 2 (L=17 km)	951 Crore	951 Crore	
Section 3 (L=29 km)	1,624 Crore	Section 3-1 Section 3-2	1,624 Crore++ =2 x 812 Crore++
ITS	800 Crore	800 Crore	
合　計	4,519 Crore	4,519 Crore++	

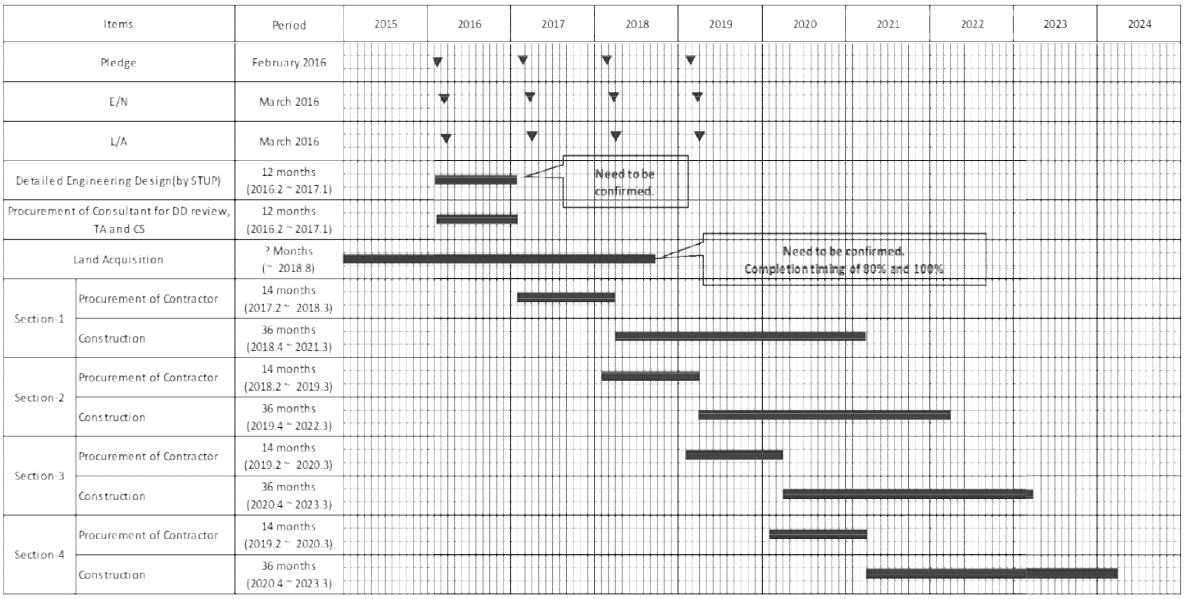
++ : Section 3 の橋種変更による増額

注:　上記コストは DPR でのコストを参照している。Crore=1,000 万インドルピー

出典: 調査団

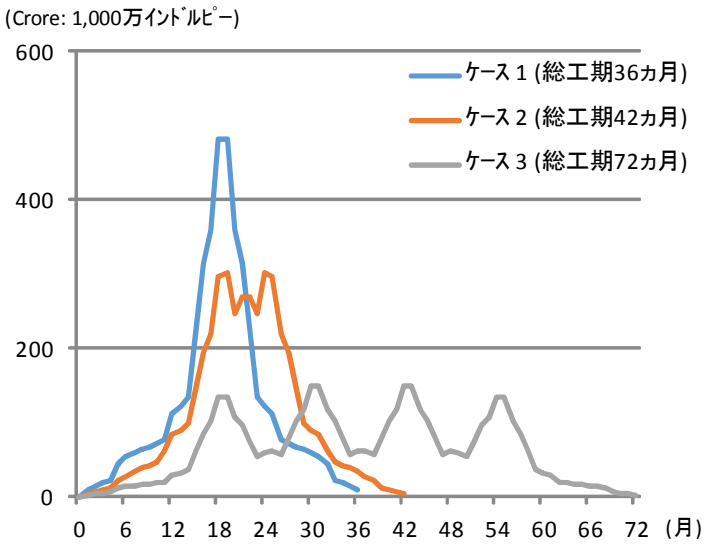
6.4.2　建設期間の設定

施工計画については詳細設計において精査されるが、本業務においては各工区の施工期間は DPR を踏襲して 36 ヶ月と仮定した。用地収用の進捗ならびに規模、全体支出額等を考慮した各工区の順次着工（総工期 72 ヶ月）を調査団は提示したが、実施機関側は全工区の同時着工を強く希望している。



出典:調査団（2015 年 5 月 21 日の技術協議での提案工程表）

図 6.4.1　　当初提案した実施工程表



出典:調査団

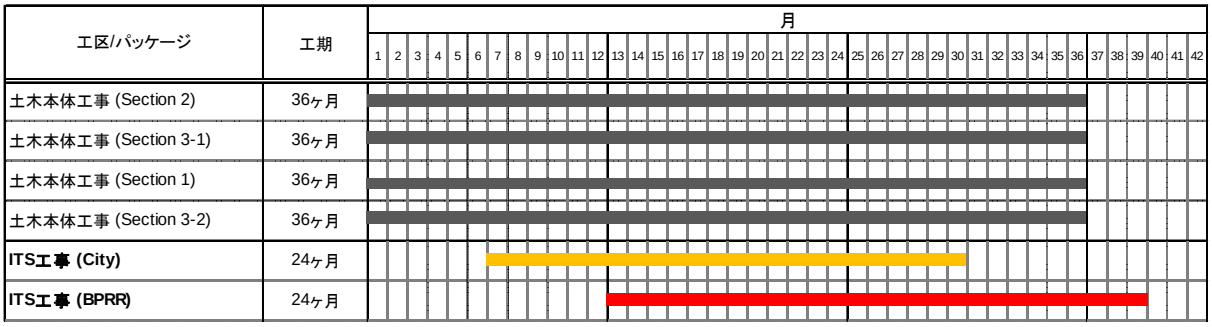
図 6.4.2　　総工期（36 ヶ月～72 ヶ月）による支出概念図

貴機構とも協議の結果、現時点では実施機関側の意向を尊重して全工区の同時着工（総工期 36 ヶ月）を採用することとした。

6.5　建設に係る工程 （ITS 工事）

本事業の ITS 工事はベンガルール市内を対象とした City ITS と BPRR 路線上の BPRR ITS で構成される。ITS 工事の実施工程はマスタープランチームと協議の上で 33 ヶ月に設定した（3 ヵ月の工事完了後の試運転期間含む）。

施設建設の調達に先がけて基本設計（Basic Design）を実施する必要がある。したがって、ITS 工事は土木工事の 6 カ月後の着工となる。



出典:調査団

図 6.5.1　　ITS 工事の実施計画

6.6　全体実施計画

本事業の全体実施計画を次図に示す。

出典：調査団

	項 目		工期/時期
土木本体工事	借款プレッジ		2015.11
	E/N締結		2015,12
	L/A締結		2015.12
	詳細設計（円借款対象外）		12ヶ月 (2016.1 ~ 2016.12)
	コンサルタント調達		12ヶ月 (2016.1 ~ 2016.12)
	コンサルタント業務		54ヶ月 (2017.1 ~ 2021.6)
	土地取得、住民移転		30ヶ月 (2016.1 ~ 2018.6)
	Package 1 (Section 1)	業者調達	12ヶ月 (2017.7 ~ 2018.6)
		工事	36ヶ月 (2018.7 ~ 2021.6)
	Package 2 (Section 2)	業者調達	12ヶ月 (2017.7 ~ 2018.6)
		工事	36ヶ月 (2018.7 ~ 2021.6)
	Package 3 (Section 3-1)	業者調達	12ヶ月 (2017.7 ~ 2018.6)
		工事	36ヶ月 (2018.7 ~ 2021.6)
	Package 4 (Section 3-2)	業者調達	12ヶ月 (2017.7 ~ 2018.6)
		工事	36ヶ月 (2018.7 ~ 2021.6)
ITS 工事	コンサルタント調達		12ヶ月 (2016.1 ~ 2016.12)
	コンサルタント業務		57ヶ月 (2017.1 ~ 2021.9)
	Package 5 (ITS)	業者調達	15ヶ月 (2017.10 ~ 2018.12)
		工事	33ヶ月 (2019.1 ~ 2021.9)

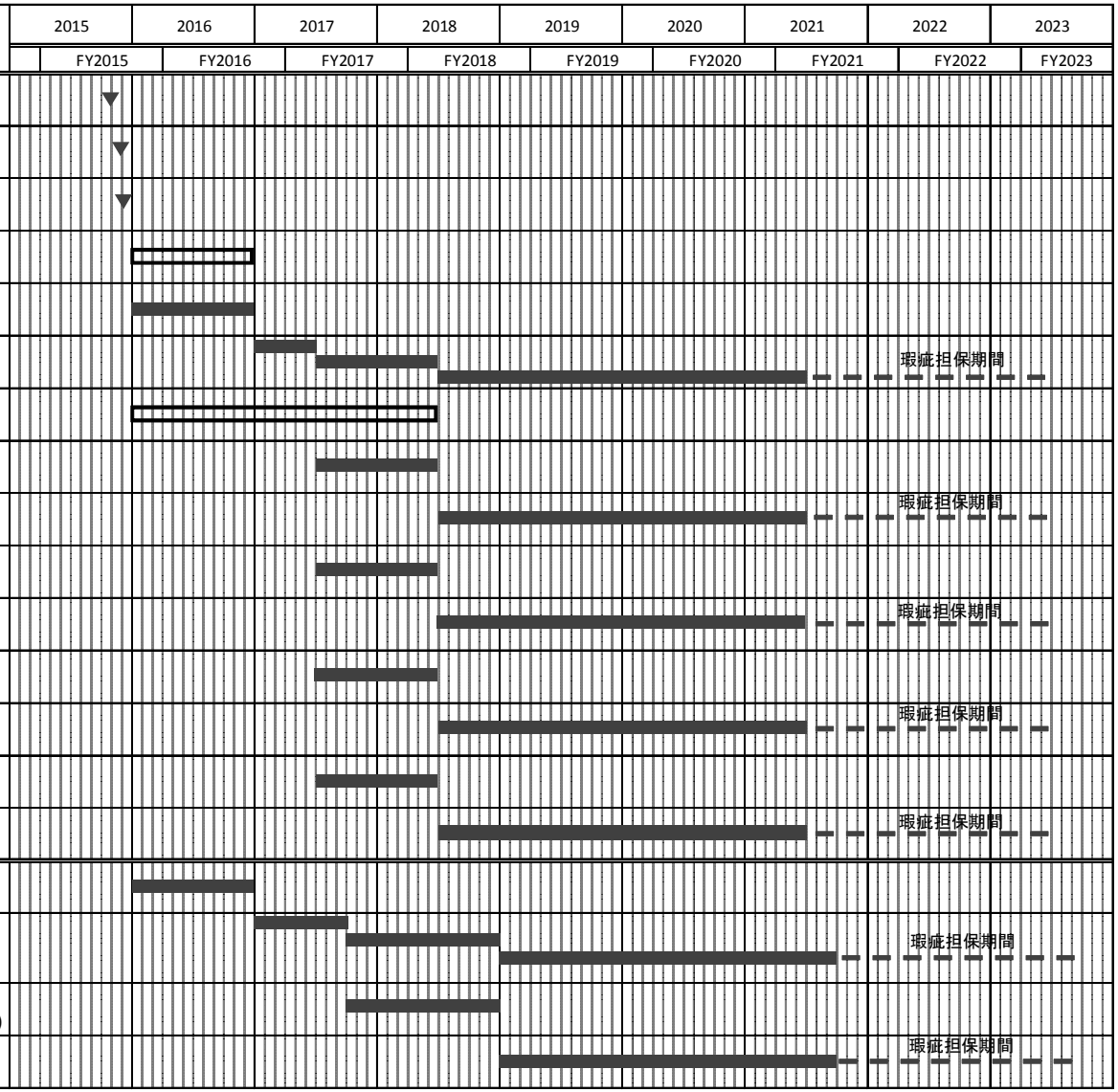


図 6.6.1 全体実施計画

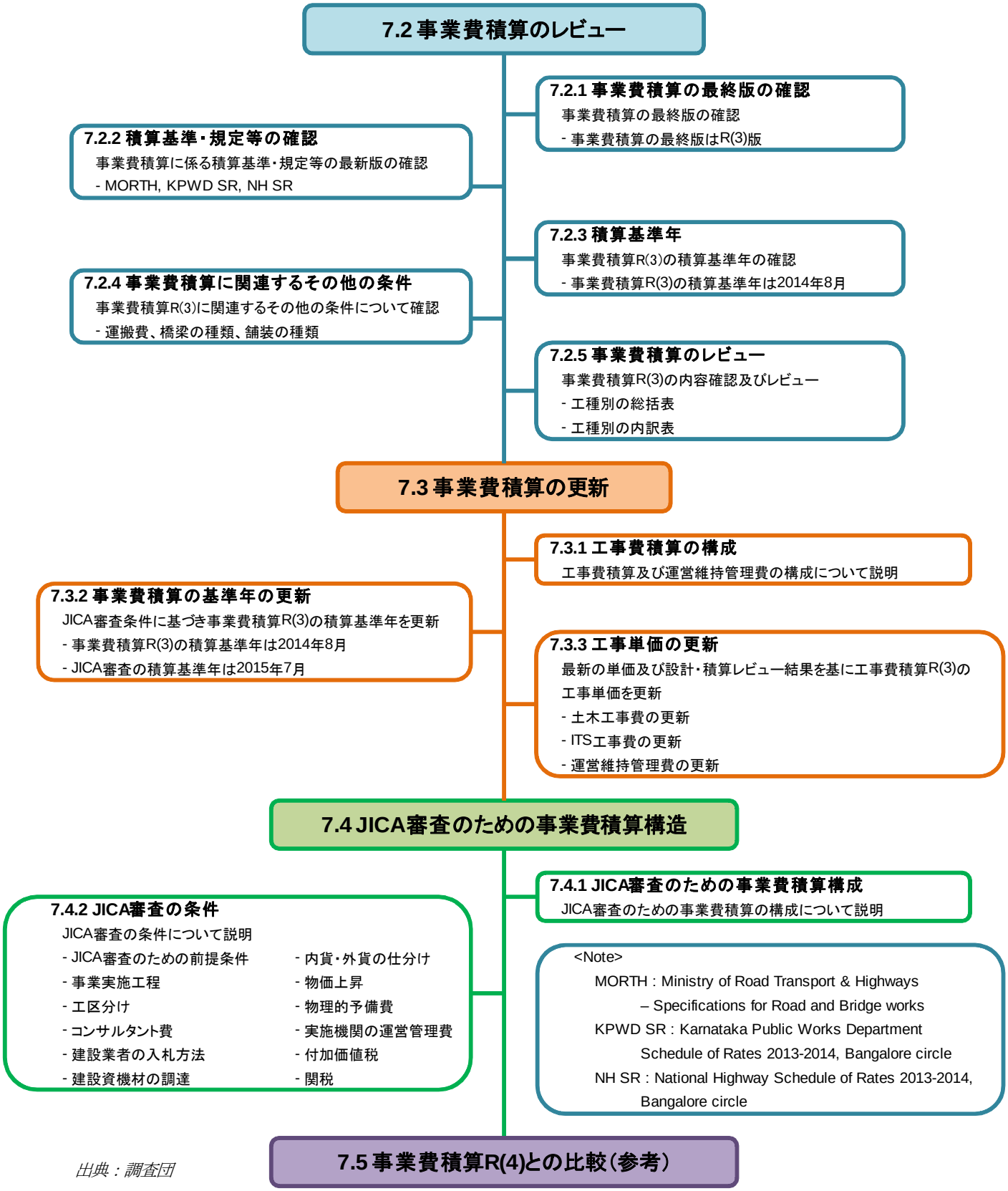
7 章　事業費積算

7.1　総則

調査団は BPRR の Final DPR R(5)版（以下、DPR と称する）の内容及び設計レビュー結果を基に、BPRR の事業費積算 R(3)版（以下、事業費積算 R(3)と称する）の積算費目・数量・単価の妥当性についてレビュー・更新を実施した。

7.1.1　事業費積算のレビュー・更新手順

事業費積算 R(3)のレビュー・更新は、以下の手順に従って実施した。



出典：調査団

図 7.1.1　　事業費積算のレビュー・更新手順

7.2 事業費積算のレビュー

調査団は、DPR の内容を基に事業費積算 R(3)をレビューした。レビュー内容については、以下に述べる。

7.2.1 事業費積算の最終版の確認

調査団は、DPR における事業費積算の最終版について DULT・BDA・STUP に確認し、第 R(3)版が最終版であることを確認したため、これを積算レビューの対象とした。

7.2.2 積算基準・規定等の確認

調査団は、積算基準及び規定等について DULT・BDA・STUP に確認した。

インドにおける積算基準等はなく、州で定められた工種別の単価一覧が存在しており、DPR における事業費積算はそれを基に実施されていることが確認できた。また、単価一覧に記載された工種の構成について示した仕様書についても確認した。

以下に、最新の仕様書及び単価一覧を整理した。

表 7.2.1 最新の仕様書及び積算単価一覧

項目	仕様書等の名称
仕様書	Ministry of Road Transport and Highways – Specifications for Road and Bridge Works (Fifth Revision) (hereinafter MORTH (R5))
単価一覧	Karnataka Public Works Department Schedule of Rates 2014-2015, Bangalore Circle (hereinafter KPWD SR 2014-2015)
	National Highway Schedule of Rates 2014-2015, Bangalore Circle (hereinafter NH SR 2014-2015)

出典：調査団

7.2.3 積算基準年

調査団は、事業費積算 R(3)における積算基準年は 2014 年 8 月であることを確認した。

7.2.4 事業費積算に関連するその他の条件

事業費積算 R(3)に関連するその他の条件について、以下に整理した。

表 7.2.2 その他積算に関連する条件

項目	説明
運搬距離	➢ 事業費積算 R(3)では、採取所及び処分所の位置を踏まえた運搬距離が考慮されている。 ➢ 砂はベンガルール市内では採取できないため、100km 先の採取所からの運搬距離が考慮されている。
橋梁の種類	事業費積算 R(3)における橋種は全て PC-box 桁橋を想定している。
舗装の種類	本線：コンクリート舗装 側道：アスファルト舗装

出典：調査団

7.2.5 事業費積算のレビュー

事業費積算 R(3)について、DPR の内容を基にレビューした結果を以降で説明する。

7.2.5.1 直接費総括表

事業費積算 R(3)における直接費総括表を以下に示す。

表 7.2.3 直接費総括表

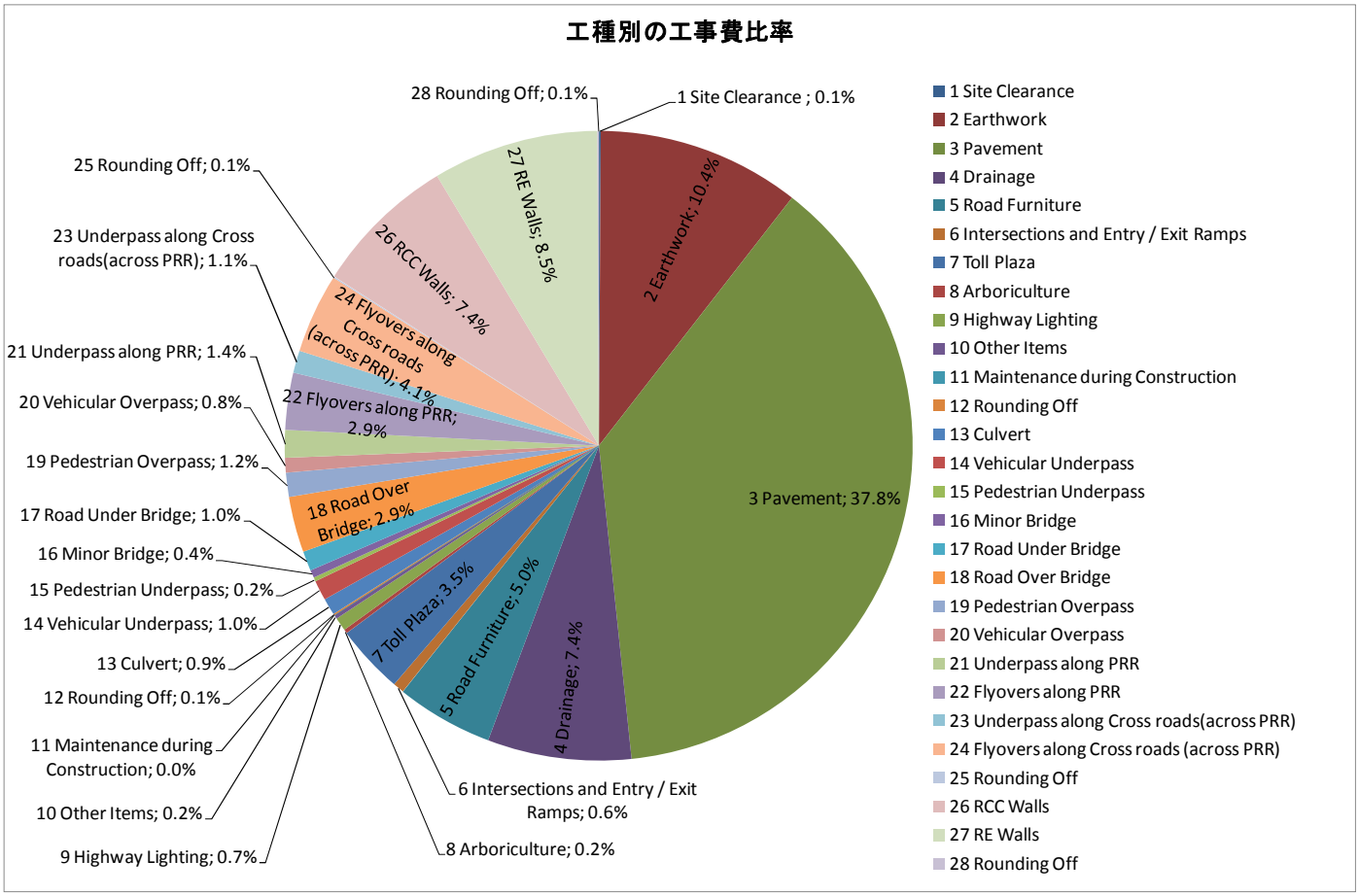
直接費総括表

番号	名称	合計金額 (Rs)	
A	ROAD WORKS	13,690,000,000	66.0%
1	Site Clearance	21,161,009	0.1%
2	Earthwork	2,164,241,771	10.4%
3	Pavement	7,841,361,243	37.8%
4	Drainage	1,531,558,297	7.4%
5	Road Furniture	1,035,192,545	5.0%
6	Intersections and Entry / Exit Ramps	118,236,045	0.6%
7	Toll Plaza	734,940,241	3.5%
8	Arboriculture	40,856,994	0.2%
9	Highway Lighting	143,420,920	0.7%
10	Other Items	43,271,120	0.2%
11	Maintenance during Construction	1,559,011	0.0%
12	Rounding Off	14,200,803	0.1%
B	STRUCTURE WORKS	3,740,000,000	18.0%
13	Culvert	180,692,176	0.9%
14	Vehicular Underpass	211,558,947	1.0%
15	Pedestrian Underpass	42,331,149	0.2%
16	Minor Bridge	83,618,827	0.4%
17	Road Under Bridge	211,357,592	1.0%
18	Road Over Bridge	594,629,691	2.9%
19	Pedestrian Overpass	256,624,861	1.2%
20	Vehicular Overpass	156,820,799	0.8%
21	Underpass along PRR	293,352,081	1.4%
22	Flyovers along PRR	610,439,258	2.9%
23	Underpass along Cross roads(across PRR)	235,710,948	1.1%
24	Flyovers along Cross roads (across PRR)	849,539,635	4.1%
25	Rounding Off	13,324,037	0.1%
C	EARTH RETAINING STRUCTURES	3,310,000,000	16.0%
26	RCC Walls	1,525,659,858	7.4%
27	RE Walls	1,770,266,283	8.5%
28	Rounding Off	14,073,859	0.1%
D	TOTAL (A+B+C)	20,740,000,000	100.0%

出典：調査団

7.2.5.2 工種別内訳のレビュー

調査団は、事業費積算 R(3)において工事費比率の大きい主要工種についてレビューを行った。以下に、工種別の工事費比率を示す。



出典：調査団

図 7.2.1　　工種別の工事費比率

(1) 鉄筋のレビュー

調査団は、事業費積算 R(3)における鉄筋単価についてレビューした。

レビューの結果、鉄筋単価は 68.99 Rs. / ton が採用されていたが、正しくは 68,990 Rs. / ton であることが確認できたため、調査団は鉄筋単価を見直した。

鉄筋単価見直し前後の構造物工工事費比較表を以下に示す。

表 7.2.4　　鉄筋単価見直し前後の構造物工工事費比較表

項目番号	名称	合計金額 (Rs)		差
		事業費積算R(3)	調査団による見直し	
B	STRUCTURE WORKS			
12	Culvert	180,692,176	327,435,045	146,742,869
13	Vehicular Underpass	211,558,947	419,507,860	207,948,913
14	Pedestrian Underpass	42,331,149	82,308,069	39,976,921
15	Minor Bridge	83,618,827	173,015,492	89,396,666
16	Railway Under Bridge	211,357,592	479,547,589	268,189,997
17	Railway Over Bridge	594,629,691	1,120,472,321	525,842,629
18	Pedestrian Overpass	256,624,861	451,822,515	195,197,654
19	Vehicular Overpass	156,820,799	304,892,139	148,071,340
20	Underpass along PRR	293,352,081	528,566,936	235,214,855
合計		2,030,986,122	3,887,567,966	1,856,581,844

出典：調査団

鉄筋単価見直し後の構造物工積算内訳表を以下に示す。

表 7.2.5　　カルバートに係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表

BILL NO 12 : STRUCTURES - CULVERTS												
Item	**Description**	**Unit**	**Culvert**			**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Amount (Rs)**			**Total Amount (Rs)**
			Str 1	**Str 2**	**Str 3**			**Str 1**	**Str 2**	**Str 3**	
	Number of structures	**Nos**	**18**	**17**	**34**			**18**	**19**	**32**	
12.01	**Earthwork in excavation** of foundation for structures with all leads and lifts in all types of soil	cum	19,229	17,432	30,533	67,194	47	907,508	822,721	1,441,035	3,171,264
12.02	Providing and laying Cement Concrete in **foundation** including centering and shuttering and **Excluding the cost of reinforcement**.										
	a) PCC M15 below foundation	cum	960	870	1,524	3,355	4,271	4,101,398	3,717,827	6,511,322	14,330,547
	RCC M35 for structure	cum	8,011	7,266	12,715	27,992	5,612	44,952,363	40,774,467	71,352,511	157,079,341
	RCC M40 for crash barrier	cum	86	55	93	234	7,575	654,793	414,208	706,607	1,775,608
12.03	Back filling with approved soil	cum	6,400	5,802	10,164	22,366	187	1,198,541	1,086,552	1,903,433	4,188,526
12.04	Providing, cutting, bending and fixing in position of **TMT Fe500 reinforcement**										
	For structure	MT	612	551	965	2,129	68,995	42,238,568	38,043,689	66,607,503	146,889,759
SUB TOTAL								**94,053,171**	**84,859,462**	**148,522,411**	**327,435,045**
GRAND TOTAL								**327,435,045**			
Box culvert for water supply & sewage line crossings is also included											

出典：調査団（事業費積算 R(3) を基に作成）

表 7.2.6　　VUP に係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表

BILL NO 13: STRUCTURES- VUP												
Item	Description	Unit	VUP			Total QTY	Rate (Rs.)	Amount (Rs)			Total Amount (Rs)
			Str 1	Str 2	Str 3			Str 1	Str 2	Str 3	
	Number of structures	Nos	7	5	9						
13.01	**Earthwork in excavation** of foundation for structures with all leads and lifts in all types of soil	cum	10,143	7,038	13,834	31,015	47	478,709	332,165	652,909	1,463,784
13.02	Providing and laying Cement Concrete in **foundation** including centering and shuttering and **Excluding the cost of reinforcement**.										
	a) PCC M15 below foundation	cum	507	352	692	1,551	4,271	2,165,600	1,503,533	2,955,809	6,624,941
	b)PCC M15 in approach slab	cum	264	189	371	824	4,779	1,261,656	903,231	1,773,009	3,937,896
13.03	Providing and laying Cement Concrete in **foundation/ substructure /super structure** including centering and shuttering and **Excluding the cost of reinforcement**.										
	RCC M35 for structure	cum	8,718	5,462	10,737	24,917	5,612	48,922,626	30,650,996	60,252,608	139,826,231
	RCC M40 for crash barrier	cum	221	154	302	677	7,575	1,674,102	1,166,568	2,287,686	5,128,356
13.04	Back filling with approved soil	cum	3,381	2,346	4,611	10,338	187	633,167	439,340	863,511	1,936,018
13.05	Providing **filter media** behind RE panels, abutments, wing walls, retaining walls and return walls.	cum	1,822	1,302	2,558	5,682	940	1,711,951	1,223,359	2,403,497	5,338,807
13.06	Providing, cutting, bending and fixing in position of **TMT Fe500 reinforcement**										
	For structure	MT	1,048	664	1,305	3,017	68,995	72,306,467	45,812,494	90,038,110	208,157,070
13.07	Providing and fixing **100mm dia PVC weep holes** in abutments, wing walls and return walls.	Nos.	1,786	1,275	2,507	5,568	164	293,190	209,304	411,549	914,043
13.08	Wearing coat -Tack coat, BC-40mm & Mastic asphalt 25 mm	Sqm	3,623	2,588	5,086	11,297	953	3,452,260	2,466,036	4,846,313	10,764,609
13.09	Approach slab M30 including reinforcement	Cum	536	383	753	1,672	10,568	5,664,341	4,047,467	7,957,553	17,669,362
13.10	Anti Carbonation Painting to the exposed surface of concrete	Sqm	10,083	7,202	14,157	31,442	67	675,158	482,246	947,953	2,105,356
13.11	PCC M -30 filling at top of PUP base	Cum	725	518	1,017	2,260	5,921	4,292,406	3,066,850	6,021,210	13,380,466
13.12	RCC M25 at Drain side walls cover slab kerb near median	Cum	116	83	163	362	6,246	724,494	518,388	1,018,039	2,260,922
SUB TOTAL								**144,256,125**	**92,821,979**	**182,429,756**	**419,507,860**
GRAND TOTAL								**419,507,860**			

出典：調査団（事業費積算 R(3)を基に作成）

表 7.2.7　　PUP に係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表

BILL NO 14 : STRUCTURES - PUP											
Item	Description	Unit	PUP			Total Qty	Rate (Rs)	Amount (Rs)			Total Amount (Rs)
			Str 1	Str 2	Str 3			Str 1	Str 2	Str 3	
	Number of structures	**Nos**	**4**	**1**	**2**						
14.01	**Earthwork in excavation** of foundation for structures with all leads and lifts in all types of soil	cum	3229	807	1615	5651	47.20	152,396	38,087	76,222	266704.596
14.02	Providing and laying Cement Concrete in **foundation** including centering and shuttering and **Excluding the cost of reinforcement**.										
	a) PCC M15 below foundation	cum	161	40	81	282	4271.40	687,695	170,856	345,983	1204534.8
	b)PCC M15 in approach slab	cum	151	38	76	265	4779.00	721,629	181,602	363,204	1266435
14.03	Providing and laying Cement Concrete in **foundation/ substructure /super structure** including centering and shuttering and **Excluding the cost of reinforcement**.										
	RCC M35 for structure	cum	2636	659	1318	4613	5611.68	14,792,388	3,698,097	7,396,194	25886679.84
	RCC M40 for crash barrier	cum	66	17	33	116	7575.12	499,958	128,777	249,979	878713.92
14.04	Back filling with approved soil	cum	1076	269	538	1883	187.27	201,505	50,376	100,752	352633.176
14.05	Providing **filter media** behind RE panels, abutments, wing walls, retaining walls and return walls.	cum	977	244	489	1710	939.60	917,989	229,262	459,464	1606716
14.06	Providing, cutting, bending and fixing in position of **TMT Fe500 reinforcement**										
	For structure	MT	331	83	166	580	68994.72	22,837,252	5,726,562	11,453,124	40016937.6
14.07	Providing and fixing **100mm dia PVC weep holes** in abutments, wing walls and return walls.	Nos.	843	211	422	1476	164.16	138,387	34,638	69,276	242300.16
14.08	Wearing coat -Tack coat, BC-40mm & Mastic asphalt 25 mm	Sqm	1035	259	518	1812	952.87	986,224	246,794	493,588	1726606.238
14.09	Approach slab M30 including reinforcement	Cum	306	77	153	536	10567.80	3,233,747	813,721	1,616,873	5664340.8
14.10	Anti Carbonation Painting to the exposed surface of concrete	Sqm	2746	687	1373	4806	67	183,872	46,002	91,936	321809.76
						0					
14.11	PCC M -30 filling at top of PUP base	Cum	207	52	104	363	5921	1,225,556	307,869	615,738	2149163.28
						0					
14.12	RCC M25 at Drain side walls cover slab kerbnear median	Cum	66	17	33	116	6246	412,212	106,176	206,106	724494.24
SUB TOTAL								**46,990,811**	**11,778,819**	**23,538,440**	**82,308,069**
GRAND TOTAL								**82,308,069**			

出典：調査団（事業費積算 R(3)を基に作成）

表 7.2.8　　マイナーブリッジに係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表

BILL NO 15: STRUCTURES - MINOR BRIDGE											
Item	Description	Unit	Minor Bridge			Total QTY	Rate (Rs)	Amount (Rs)			Total Amount (Rs)
			Str 1	Str 2	Str 3			Str 1	Str 2	Str 3	
	Number of structures	**Nos**	**0**	**0**	**4**						
15.01	**Earthwork in excavation** of foundation for structures with all leads and lifts in all types of soil	cum			46,746	46,746	47			2,206,224	2,206,224
15.02	Providing and laying Cement Concrete in **foundation** including centering and shuttering and **Excluding the cost of reinforcement**.										
	a) PCC M15 below foundation	cum			779	779	4,271			3,327,421	3,327,421
	RCC M35 for structure	cum			12,974	12,974	5,612			72,805,936	72,805,936
15.03	Back filling with approved soil	cum			15,582	15,582	187			2,918,072	2,918,072
15.04	Providing **filter media** behind RE panels, abutments, wing walls, retaining walls and return walls.	cum			2,033	2,033	940			1,910,207	1,910,207
15.05	Providing, cutting, bending and fixing in position of **TMT Fe500 reinforcement**										
	For structure	MT			1,297	1,297	68,995			89,486,152	89,486,152
15.06	Providing and fixing **100mm dia PVC weep holes** in abutments, wing walls and return walls.	Nos.			2,202	2,202	164			361,480	361,480
SUB TOTAL								**0**	**0**	**173,015,492**	**173,015,492**
GRAND TOTAL								**173,015,492**			

出典：調査団（事業費積算 R(3) を基に作成）

表 7.2.9　　RUB に係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表

BILL NO 16 ; STRUCTURES -RUB										
Item	Description	Unit	RUB		Total QTY	Rate (Rs.)	Amount (Rs)			Total Amount (Rs)
			Str 1 : Main Carriage way	Str 1 : Service Road			Str 1	Str 2	Str 3	
	Number of structures	**Nos**	**2**	**2**						
16.01	**Earthwork in excavation** of foundation for structures with all leads and lifts in all types of soil	cum	83,200	128,000	211,200	47	9,967,795			9,967,795
16.02	Providing and laying Cement Concrete in **foundation** including centering and shuttering and **Excluding the cost of reinforcement**.									
	a) PCC M15 below foundation	cum	1,040	400	1,440	4,271	6,150,816			6,150,816
	RCC M35 for structure	cum	22,362	8,400	30,762	5,612	172,626,500			172,626,500
16.03	Providing **filter media** behind RE panels, abutments, wing walls, retaining walls and return walls.	cum	3,600	2,640	6,240	940	5,863,104			5,863,104
16.04	Providing, cutting, bending and fixing in position of **TMT Fe500 reinforcement**									
	For structure	MT	2,819	1,072	3,891	68,995	268,458,456			268,458,456
16.05	Providing and fixing **100mm dia PVC weep holes** in abutments, wing walls and return walls.	Nos.	3,900	2,860	6,760	164	1,109,722			1,109,722
16.06	Wearing coat -Tack coat, BC-40mm & Mastic asphalt 25 mm	Sqm	8,600	1,500	10,100	953	9,624,019			9,624,019
16.07	Anti Carbonation Painting to the exposed surface of concrete	Sqm	18,000	10,000	28,000	67	1,874,880			1,874,880
16.08	RCC M25 at Drain side walls cover slab kerbnear median	Cum	320	300	620	6,246	3,872,297			3,872,297
SUB TOTAL							**479,547,589**	**0**	**0**	**479,547,589**
GRAND TOTAL							**479,547,589**			

出典：調査団（事業費積算 R(3)を基に作成）

表 7.2.10　　ROB に係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表

BILL NO 17 : STRUCTURES - ROB									
Item	Description	Unit	QUANTITY- ROB		Total Qty	Rate (Rs.)	Amount (Rs)		Total Amount (Rs)
			Str 1	Str 3			Str 1	Str 3	
	Number of structures	Nos	1	2					
17.01	**Earthwork in excavation** of foundation for structures with all leads and lifts in all types of soil	cum	11,470	15,332	26,802	47	541,338	723,609	1,264,947
17.02	Pile Boring M35								
	a)1000mm dia	Rm	3,520	3,696	7,216	8,262	29,082,240	30,536,352	59,618,592
17.03	Providing and laying Cement Concrete in **foundation** including centering and shuttering and **Excluding the cost of reinforcement**.								
	a) PCC M15 below pile cap	cum	638	613	1,251	3,856	2,459,873	2,363,483	4,823,356
	b)PCC M15 in approach slab	cum	57	137	194	5,921	337,472	811,117	1,148,589
	f) RCC M35 for Pilecaps	cum	2,703	1,989	4,692	5,627	15,209,240	11,191,705	26,400,946
17.04	Providing and laying Cement Concrete in **Sub-structure** including centering and shuttering etc. and **Excluding cost of steel**)								
	a) RCC M35 for pier , Piercap Dirtwall and pedestal upto 10m ht	cum	891	1,069	1,960	6,486	5,778,973	6,930,616	12,709,589
17.05	Providing and laying Reinforced Cement Concrete in **Super structure** including centering and shuttering and **Excluding cost of steel.**								
	a) RCC M35	cum	936	6,552	7,488	6,780	6,346,305	44,424,132	50,770,437
	b) PSC M45	cum	10,462	11,138	21,600	8,757	91,617,617	97,540,974	189,158,591
17.06	Providing and laying Reinforced Cement Concrete M-30 grade for **approach slabs including cost of reinforcement**	cum	115	115	230	10,568	1,215,297	1,215,297	2,430,594
17.07	Providing and laying 40**mm Modified Bituminous concrete with 25mmthick Mastic Asphalt wearing course** on struction portion including approach slab	sqm	13,884	15,288	29,172	953	13,229,692	14,567,525	27,797,217
17.08	Providing and constructing **RCC crash barrier** M 40 grade including cost of centering, shuttering and **Excluding the Cost of reinforcement.**	cum	406	212	618	5,612	2,277,444	1,187,880	3,465,325
17.09	Providing and fixing the **expansion joints**								
	a) Asphaltic Plug Joint between approach slab and dirt wall.	RM	120	240	360	1,459	175,090	350,179	525,269
	b) Elastomeric type Joint	RM							
	c) Strip Seal type Joint	RM	468	437	905	16,798	7,861,614	7,337,506	15,199,120
17.10	Providing **filter media** behind RE panels, abutments, wing walls, retaining walls and return walls.	cum				940			
17.11	Providing and fixing galvanized **Drainage Spouts** along with drain pipes.	Nos.	720	403	1,123	1,700	1,223,942	685,408	1,909,350
17.12	Providing, cutting, bending and fixing in position of **TMT Fe500 reinforcement**								
	For structure	MT	3,035	4,594	7,629	68,995	209,429,333	316,939,665	526,368,998
17.13	HTS for Prestressing	MT	434	589	1,023	170,380	73,944,798	100,353,655	174,298,454
17.14	Providing and fixing **100mm dia PVC weep holes** in abutments, wing walls and return walls.	Nos.				164			

17.15	**Elastomeric bearings**	cu.cm	140,400	590,100	730,500	1	98,561	414,250	512,811
17.16	**Pot cum PTFE Bearings**								
	a) 750 MT Capacity	Nos	8	16	24	317,520	2,540,160	5,080,320	7,620,480
	b) 450 MT Capacity	Nos	40		40	190,512	7,620,480	0	7,620,480
17.17	Anti Carbonation Painting to the exposed surface of concrete	Sqm	23,457	31,508	54,965	67	1,570,681	2,109,802	3,680,483
17.18	110 mm dia HDPE Rain water down take pipes	Rmt	1,500	1,440	2,940	510	764,640	734,054	1,498,694
17.09	Pile load test - Initial	No	1	2	3	300,000	300,000	600,000	900,000
17.20	Pile load test - Routine	No	1	2	3	250,000	250,000	500,000	750,000
SUB TOTAL							**473,874,789**	**646,597,532**	**1,120,472,321**
GRAND TOTAL							**1,120,472,321**		

出典：調査団（事業費積算 R(3)を基に作成）

表 7.2.11　　POP に係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表

BILL NO 18 : STRUCTURES - POP											
Item	Description	Unit	POP			Total Qty	Rate (Rs.)	Amount (Rs)		
			Str 1	Str 2	Str 3			Str 1	Str 2	Str 3
	Number of structures	Nos	3	0	2					
18.01	**Earthwork in excavation** of foundation for structures with all leads and lifts in all types of soil	cum	495,000	0	330,000	825,000	47	23,362,020	0	15,574,680
18.02	Providing and laying Cement Concrete in **foundation** including centering and shuttering and **Excluding the cost of reinforcement**.									
	a) PCC M15 below foundation	cum	1,730	0	1,153	2,883	4,271	7,389,522	0	4,925,778
	b)PCC M15 in approach slab	cum	26	0	18	44	5,921	155,592	0	103,728
18.03	Providing and laying Cement Concrete in **Sub-structure** including centering and shuttering etc. and **Excluding cost of steel**)									
	a) RCC M35 for Retaining Wall, footing, pier,	cum	13,428	0	8,952	22,380	6,486	87,093,202	0	58,062,135
18.04	Providing and laying Reinforced Cement Concrete in **Super structure** including centering and shuttering and **Excluding cost of steel.**									
	a) RCC M35	cum	1,817	0	1,211	3,028	6,780	12,318,340	0	8,212,227
18.05	Providing and laying Reinforced Cement Concrete M-30 grade for **approach slabs including cost of reinforcement**	cum	62	0	41	103	10,568	655,204	0	433,280
18.06	Providing and laying 40**mm Modified Bituminous concrete with 25mmthick Mastic Asphalt wearing course** on struction portion including approach slab	sqm	1,080	0	720	1,800	953	1,029,103	0	686,069
18.07	Providing and constructing **RCC crash barrier** M 40 grade including cost of centering, shuttering and **Excluding the Cost of reinforcement.**	cum	1,440	0	960	2,400	5,612	8,080,819	0	5,387,213
18.08	Providing and fixing the **expansion joints**									
	a) Asphaltic Plug Joint between approach slab and dirt wall.	RM	500	0	333	833	1,459	729,540	0	485,874
18.09	Providing **filter media** behind RE panels, abutments, wing walls, retaining walls and return walls.	cum	10,289	0	6,860	17,149	940	9,667,544	0	6,445,656
18.10	Providing and fixing galvanized **Drainage Spouts** along with drain pipes.	Nos.	102		68	170	1,700	173,392	0	115,595
18.11	Providing, cutting, bending and fixing in position of **TMT Fe500 reinforcement**									
	For structure	MT	1,668	0	1,164	2,832	68,995	115,083,193	0	80,309,854
18.12	Providing and fixing **100mm dia PVC weep holes** in abutments, wing walls and return walls.	Nos.	11,147	0	7,431	18,578	164	1,829,892	0	1,219,873
18.13	**Elastomeric bearings**	cu.cm	315,900		210,600	526,500	1	221,762	0	147,841
18.14	Anti Carbonation Painting to the exposed surface of concrete	Sqm	2,670	0	1,780	4,450	67	178,783	0	119,189
18.15	Footpath at bridge deck top	Sqm	405	0	270	675	916	370,915	0	247,277
18.16	HandRail at deck edge	Rm	288		192	480	2,099	604,454	0	402,970
SUB TOTAL								**268,943,278**	**0**	**182,879,237**
GRAND TOTAL								**451,822,515**		

出典：調査団（事業費積算 R(3) を基に作成）

表 7.2.12　　VOP に係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表

BILL NO 19 : STRUCTURES - VOP										
Item	**Description**	**Unit**	**VOP**			**Total Qty**	**Rate (Rs.)**	**Amount (Rs)**		
			Str 1	**Str 2**	**Str 3**			**Str 1**	**Str 2**	**Str 3**
	Number of structures	**Nos**	**0**	**2**	**1**			**1**	**0**	**0**
19.01	**Earthwork in excavation** of foundation for structures with all leads and lifts in all types of soil	cum	0	330,000	165,000	495,000	47	0	15,574,680	7,787,340
19.02	Providing and laying Cement Concrete in **foundation** including centering and shuttering and **Excluding the cost of reinforcement**.									
	a) PCC M15 below foundation	cum	0	1,153	577	1,730	4,271	0	4,925,778	2,464,598
	b)PCC M15 in approach slab	cum	0	36	18	54	5,921	0	213,939	106,570
19.03	Providing and laying Cement Concrete in **Sub-structure** including centering and shuttering etc. and **Excluding cost of steel**)									
	a) RCC M35 for Retaining Wall, footing, pier, piercap & Dirt wall	cum	0	8,952	4,476	13,428	6,486	0	58,062,135	29,031,067
19.04	Providing and laying Reinforced Cement Concrete in **Super structure** including centering and shuttering and **Excluding cost of steel.**									
	a) RCC M35	cum	0	2,273	1,136	3,409	6,780	0	15,408,773	7,704,387
19.05	Providing and laying Reinforced Cement Concrete M-30 grade for **approach slabs including cost of reinforcement**	cum	0	85	43	128	10,568	0	898,263	454,415
19.06	Providing and laying 40**mm Modified Bituminous concrete with 25mmthick Mastic Asphalt wearing course** on struction portion including approach slab	sqm	0	1,440	720	2,160	953	0	1,372,137	686,069
19.07	Providing and constructing **RCC crash barrier** M 40 grade including cost of centering, shuttering and **Excluding the Cost of reinforcement.**	cum	0	960	480	1,440	5,612	0	5,387,213	2,693,606
19.08	Providing and fixing the **expansion joints**									
	a) Asphaltic Plug Joint between approach slab and dirt wall.	RM	0	164	82	246	1,459	0	239,289	119,645
19.09	Providing **filter media** behind RE panels, abutments, wing walls, retaining walls and return walls.	cum	0	6,860	3,430	10,290	940	0	6,445,656	3,222,828
19.10	Providing and fixing galvanized **Drainage Spouts** along with drain pipes.	Nos.	0	68	34	102	1,700	0	115,595	57,797
19.11	Providing, cutting, bending and fixing in position of **TMT Fe500 reinforcement**									
	For structure	MT	0	1,339	669	2,008	68,995	0	92,383,930	46,157,468
19.12	Providing and fixing **100mm dia PVC weep holes** in abutments, wing walls and return walls.	Nos.	0	7,431	3,716	11,147	164	0	1,219,873	610,019
19.13	**Elastomeric bearings**	cu.cm	0	315,900	157,950	473,850	1	0	221,762	110,881
19.14	Anti Carbonation Painting to the exposed surface of concrete	Sqm	0	2,400	1,200	3,600	67	0	160,704	80,352
19.15	Footpath at bridge deck top	sqm	0	270	135	405	916	0	247,277	123,638
19.16	HandRail at deck edge	Rm	0	192	96	288	2,099	0	402,970	201,485
SUB TOTAL								**0**	**203,279,974**	**101,612,165**
GRAND TOTAL								**304,892,139**		

出典：調査団（事業費積算 R(3)を基に作成）

表 7.2.13　　アンダーパスに係る鉄筋単価見直し後の積算内訳表

BILL NO 20 : STRUCTURES - UNDER PASS										
Item	Description	Unit	QUANTITY- ROB			Total Qty	Rate (Rs.)	Amount (Rs.)		
			Str 1	Str 2	Str 3			Str 1	Str 2	Str 3
	Nos		2	1	1			2	1	1
20.01	Earthwork in excavation for structures **in all types of soil**	cum	297,660	141,570	200,000	639,230	47	14,048,361	6,681,538	9,439,200
20.02	Providing and laying Plain cement concrete M15 for leveling course									
	PCC M15 below foundation 100 thick	cum	2,508	2,016	500	5,023	4,271	10,710,749	8,609,946	2,135,700
20.03	Providing Reinforced cement concrete for following concrete works (Rate shall exclude for HYSD Reinforcement.)									
	RCC M35 for retaining walls	cum	7,874	3,826	4,000	15,701	6,486	51,071,589	24,817,801	25,943,760
20.04	Providing **M40** grade reinforced cement concrete **crash barrier**	cum	656	312	400	1,368	5,612	3,681,262	1,750,844	2,244,672
20.05	Providing and fixing the **expansion joints of various types as below**									
	Joints in side walls of retaining walls (premoulded joint filler &compound)	RM	237	70	170	477	193	45,765	13,540	32,883
20.06	Providing **filter media** behind retaining	cum	6,917	3,456	3,500	13,873	940	6,499,307	3,247,539	3,288,600
20.07	Supplying, cutting, bending,fitting placing TMT Fe500 HYSD reinforcement									
	a) In Approach retaining walls	MT	781	382	350	1,513	68,995	53,907,300	26,340,459	24,148,152
	b) For crash barrier	MT	105	50	70	225	68,995	7,241,686	3,444,216	4,829,630
20.08	Providing and fixing **100mm dia PVC weep holes** in retaining walls	Nos.	7,494	3,744	3,800	15,038	164	1,230,137	614,668	623,808
20.09	Providing anti carbonation treatment to exposed concrete surface	Sq.m	11,529	5,761	5,800	23,089	67	771,948	385,723	388,368
	Bridge crossing at Existing road level									
20.10	M35 concrete for footing	cum	910	640	270	1,820	5,612	5,106,629	3,591,475	1,515,154
20.11	M35 concrete in pier	cum	410	250	160	820	6,486	2,659,235	1,621,485	1,037,750
20.12	M35 concrete for piercap and pedestal	cum	293	180	113	585	6,780	1,983,220	1,220,443	762,777
20.13	RCC M35 for Dirt wall	cum	154	64	90	308	6,780	1,042,462	432,240	610,222
20.14	Superstructure RCC M35	cum	4,116	2,604	1,512	8,232	6,780	27,907,468	17,655,745	10,251,723
20.15	Elastomeric Bearings	cucm	819,000	468,000	351,000	1,638,000	1	574,938	328,536	246,402
20.16	HYSD Fe500									
a	For footing	MT	91	64	27	182	68,995	6,278,520	4,415,662	1,862,857
b	For pier	MT	41	25	16	82	68,995	2,828,784	1,724,868	1,103,916
c	For piercap	MT	59	36	23	117	68,995	4,036,191	2,483,810	1,552,381
d	For superstructure	MT	617	391	227	1,235	68,995	42,597,340	26,949,338	15,648,002
e	For dirt wall	MT	15	6	9	31	68,995	1,060,794	439,841	620,952
f	For crash Barrier	MT	14	7	7	28	68,995	967,803	484,840	482,963
20.17	Drainage Spouts	Nos	73	42	31	146	1,700	124,094	71,397	52,698
20.18	Strip seal Expansion Joint	RM	435	255	180	870	16,798	7,307,269	4,283,572	3,023,698
20.19	Wearing coat	sqm	6,240	3,660	2,580	12,480	953	5,945,929	3,487,516	2,458,413
20.20	Footpath at bridge deck top	sqm	157	92	65	314	916	143,787	84,257	59,530
20.21	Crash Barrier at edge of carriageway	cum	75	44	31	150	5,612	420,876	246,914	173,962
20.22	Handrail at deck edge	Rm	104	61	43	208	2,099	218,275	128,027	90,248
20.23	Anticarbonate Painting	sqm	7,233	4,234	2,999	14,466	67	484,322	283,509	200,813
20.24	Asphaltic Joint	Rm	194	170	24	388	1,459	283,062	248,044	35,018
20.25	Approach slab M30 including	cum	305	179	126	609	10,568	3,217,895	1,886,352	1,331,543
	SUB TOTAL							**264,396,996**	**147,974,146**	**116,195,795**
	GRAND TOTAL							**528,566,936**		

出典：調査団（事業費積算 R(3)を基に作成）

(2) 土工のレビュー

調査団は、事業費積算 R(3)における土工数量をレビューするために、DPR 図面集における縦断図を基に土工の簡易計算を実施した。

計算結果は表 7.2.14 に示す通りとなったが、事業費積算 R(3)では本線と側道両方を考慮した土工数量であるのに対し、調査団の簡易計算では F/S レベルの縦断図を基に本線を対象とした土工数量の計算しかできなかったため単純比較によるレビューは困難であった。そこで、道路幅員を本線：本線・側道＝1：2 と想定し、簡易計算の結果を補正して比較した。

表 7.2.14　　土工数量比較表

項目	土工数量 (cu. m)	
	事業費積算 R(3)	調査団によるレビュー
掘削	5,001,498	2,009,750 x 2 = 4,019,500
盛土	8,762,746	3,829,899 x 2 = 7,659,798

出典：調査団

数量比較の結果、事業費積算 R(3)および調査団の簡易計算における土工数量には差異があるが、概ね近い数値であるため、F/S 段階である現時点においては事業費積算 R(3)の土工数量は妥当であると判断した。

また、調査団は単価一覧 KPWD SR 2014-2015 と NH SR 2014-2015 を基に土工単価についてレビューした。

土工単価比較表を以下に示す。

表 7.2.15 土工単価比較表

出典：調査団

Bill No.2 : Earthwork

Item	Description	Unit	Total Qty	Rate (Rs)	Total Amount (Rs) DPR	Total Amount (Rs) JICA Review	DPR Unit Cost	KPWD SR 2014-15 Unit Cost	KPWD SR 2014-15 Reference Sl.No.	NH SR 2014-15 Unit Cost	NH SR 2014-15 Reference Sl.No.
2.01	Earthwork in excavation necessary for construction of roadway in all types of soil all complete as per Technical Specifications Clause 301.										
	(a) Excavation in ordinary soil	Cu.m	4,651,374	37.04	172,305,498.46	187,357,344.72	37.04			40.28	Sl. No. 3.06
	(b) Excavation of Soft Rock (for GSB/ Concrete)	Cu.m	250,074	49.03	12,261,628.37	13,519,000.44	49.03			54.06	Sl. No. 3.07
	(c) Excavation of Hard Rock requiring controlled blasting (for GSB/BT/Concrete works)	Cu.m	100,050	249.48	24,960,474.00	25,346,667.00	249.48			253.34	Sl. No. 3.05
2.02	Construction of embankment with suitable material from **borrow areas** including cover to fly ash core with all leads and lifts, compacting to 95% of modified proctor density, all complete as per drawings and Technical Specifications, Clause 305 (20 KM lead)	Cu.m	3,865,164	288.79	1,116,228,441.89	1,116,228,441.89	288.79	220.32	Sl. No. 19.6		
2.03	Construction of subgrade satisfying the requirements of minimum CBR value as indicated in the specification with approved material from **borrow areas**, with all leads & lifts, compacting to 97% of modified proctor density, all complete as per Technical Specifications, Clause 305	Cu.m	1,032,964	316.87	327,317,368.61	327,317,368.61	316.87	252.72	Sl. No. 19.62		
2.05	Filling in median/island/footpath with ***approved borrow material*** (selected earth and agricultural soil) with all leads and lifts complete as per Technical Specification Clauses 305 & 407.	Cu.m	376,088	238.03	89,520,978.82	89,520,978.82	238.03	252.72	Sl. No. 19.62		
2.06	Construction of embankment with suitable material obtained from ***roadway*** including cover to fly ash core with all leads and lifts, compacting to 95% of modified proctor density, all complete as per drawings all complete as per Technical Specifications, Clause 305	Cu.m	2,558,255	57.65	147,484,424.05	174,063,670.20	57.65	68.04	Sl. No. 19.61		
2.07	Construction of subgrade satisfying the requirements of minimum CBR value as indicated in the specification with approved material from ***roadway*** with all leads & lifts, compacting to 97% of modified proctor density, all complete as per Technical Specifications, Clause 305	Cu.m	930,274	67.82	63,094,903.78	63,295,842.96	67.82	68.04	Sl. No. 19.61		
2.1	Loosening and recompacting sub-grade in all kinds of soil, compacting to 97% of modified proctor density, all complete as per Technical Specifications Clauses 301 & 305.	Cu.m	103,328	51.84	5,356,523.52	5,412,320.64	51.84	52.38	Sl. No. 19.65		
2.11	Transportation and disposal of surplus rock between for use in road construction lead of 20 Km	Cu.m	350,103	180.79	63,295,821.58	63,295,821.58	180.79	176.04	Sl. No. 17.00 17.05		
2.12	Transportation and disposal of surplus earth between lead of 15 Km and 20 Km	Cu.m	1,162,843	122.47	142,415,707.90	179,589,472.92	122.47	154.44	Sl. No. 17.00 17.04		
TOTAL					**2,164,241,771**	**2,244,946,930**					
DIFFERENCE					**80,705,159**	4%					

事業費積算 R(3)における土工単価の一部は KPWD SR 2014-2015 及び NH SR 2014-2015 における単価より安価であるが、総工事費で比較した場合の差異は小さいため、各採用単価は妥当であると判断した。

(3) 舗装工のレビュー

調査団は、2015 年 7 月 10 日に DULT・BDA・STUP より舗装構成の最終案を受領した。

舗装構成の最終案は、DPR 及び図面における舗装構成とは異なっているが、これらは STUP により今後見直されることが確認できたため、調査団は最終案を基に積算を行うこととした。

舗装構成の最終案を以下に示す。

表 7.2.16　　舗装構成の最終案

舗装構成	
本線	Pavement Quality Concrete (PQC)
	Dry Lean Concrete (DLC)
	Granular Subbase (GSB)
側道	Bituminous Concrete Course (BMC)
	Dense Bituminous Macadam (DBM)
	Wet Mix Macadam (WMM)
	Granular Subbase (GSB)

出典：調査団

舗装構成の最終案は、事業費積算 R(3)における舗装構成と同じであるため変更はない。

また、調査団は単価一覧 KPWD SR 2014-2015 と NH SR 2014-2015 を基に舗装単価について照査した。

事業費積算 R(3)における舗装工単価の一部は KPWD SR 2014-2015 及び NH SR 2014-2015 における単価より安価であるが、総工事費で比較した場合の差異は小さいため、各採用単価は妥当であると判断した。

舗装工単価比較表を以下に示す。

表 7.2.17 舗装工単価比較表

出典：調査団

Bill No.3 : Pavement

Item	Description	Unit	Total Qty	Rate (Rs)	Total Amount (Rs)		DPR	KPWD SR 2014-15	
					DPR	JICA Review	Unit Cost	Unit Cost	Reference Sl.No.
3.01	Providing and laying Granular Sub-base as pavement and drainage layer complete as per Technical Specifications Clause 401. Grading –I (Table:400-1).	Cu.m.	826,728	1,149	950,009,679	1,150,011,717	1,149	1,391	Sl. No. 20.4.1
3.02	Providing and laying Granular Sub-base as pavement and drainage layer complete as per Technical Specifications Clause 401. Grading –I (Table:400-2).	Cu.m.							
3.03	Providing and laying Wet Mix Macadam base and profile correction course of required thickness complete as per Technical Specifications Clause 406.(10 km lead)	Cu.m.	277,027	1,173	324,994,225	398,519,961	1,173	1,439	Sl. No. 20.18
3.07	Providing bituminous primer coat over granular surface with bitumen emulsion of low porosity complete as per Technical Specifications Clause 502 @ 7.5 to 9.8 kg/10 sq.m.	Sq.m.	1,092,588	80.78	88,263,629	88,263,629	80.78		
3.08	Providing tack coat with bituminous Emulsion all complete as per Technical Specifications Clause 503								
	(i) On granular surface treated with primer and on hungry bituminous surface @3.0 Kg /10 sq.m.	Sq.m.	1,092,588	21.71	23,717,900	23,717,900	21.71		
	(ii) On Bituminous surface @ 2.0 Kg/10 sq.m.	Sq.m.	1,092,588	11.99	13,097,945	13,097,945	11.99		
3.10	Providing & laying Dense Bituminous Macadam course of required thickness on prepared surface complete as per Technical Specifications Clause 507	Cu.m.	54,629	9,198	502,452,959	505,978,168	9,198	9,262	Sl. No. 21.17.2
3.11	Providing & laying Bituminous Concrete course with CRMB of required thickness on prepared surface complete as per Technical Specifications Clause 509 with modified bituminous binder	Cu.m.	43,703	9,798	428,203,305	476,901,121	9,798	10,912	Sl. No. 21.22.1
3.14	Providing & laying Dry Lean Concrete subbase in M15 cc in service road locations at underpass area as per Technical Specifications Clause 601 and as approved by the Engineer.	Cu.m.	333,085	3,489.75	1,162,383,379	1,247,909,614	3,489.75	3,747	Sl. No. 22.1
3.15	Providing & laying Pavement Quality Concrete of M45 Grade of specified thickness in service road locations at underpass area using minimum cement content 350 kg/cu.m. with slip form paver as per Technical Specifications Clause 602 and as approved by the Engineer.	Cu.m.	658,809	6,600.15	4,348,238,221	4,543,726,616	6,600.15	6,897	Sl. No. 22.2.1
	TOTAL				**7,841,361,243**	**8,448,126,672**			
DIFFERENCE					**606,765,429**		8%		

(4) 排水工のレビュー

調査団は、事業費積算 R(3)における主要な排水構造物（Item 4.01、Item 4.03)の数量をレビューし、妥当であると判断した。（対象構造物は道路両側に計画されており、概ね本線全長の 2 倍に近い数量であったため。）

また、調査団は KPWD SR 2014-2015 と NH SR 2014-2015 を基に事業費積算 R(3)における排水工単価についてレビューし、妥当であると判断した。

排水工単価比較表を以下に示す。

表 7.2.18　　排水工単価比較表

Bill No.4 : Drainage

Item	Description	Unit	Total Qty	Rate (Rs)	Total Amount (Rs)		
					DPR	JICA Review	
4.01	Construction of precast RCC drain at edge of ROW complete (Unit Qty: Excavation = 0.5 Cum / Rm ; RCC = 0.20 Cum /Rm ; Steel = 0.011 Mt/Rm)	Lm	131025	1978	**259,167,450**	**267,498,732**	
4.03	Construction of covered rectangular drains along service roads and between main road and service road (Unit qty: Excavation = 0.533 Cum/Rm ; RCC M20 =0.675 Cum/Rm ; PCC M15= 0.17 Cum/Rm ; Rebar =60 Kg/Cum ; Precast cover (150mm thick) = 0.23 Cum/Rm ; Shuttering = 6.0 Sqm/ Rm ; Weepholes, 100 dia = 4no/10 Rm ; Backfill = 0.15 Cum/Rm ; Edge Angles ISA 50x50x6; 4No/Rm	Lm	124190	9762	**1,212,386,853**	**1,279,438,105**	
4.05	Construction of sumps complete as per specifications and drawings in central median at superelevated sections (size 1.0 x 1.0 m x 1.0 m 200 mm wall thickness) at end of median(Unit qty: Excavation = 0.5 cum ; RCC M20 =1.16cum ; PCC M15 = 0.28cum ; Rebar =75kg/cum ; Precast cover (150mm thick) =0.18 cum ; Shuttering = 8.8 sqm ; backfill = 0.2 cum/Rm)	Nos	72	15335	**1,104,146**	**1,156,093**	
	a) Connecting drains on service roads due to change in C/s.	Lm	1966	9836.8	**19,339,149**	**19,339,149**	
4.08	Providing water downtakes to drain from underpass/flyover approaches.	Lm	8235	1620	**13,340,700**	**13,340,700**	
4.1	Providing rain water harvesting facilities on project road complete as per typical detail in Technical schedule	Nos	2622	10000	**26,220,000**	**26,220,000**	
	TOTAL				**1,531,558,297**	**1,606,992,779**	
DIFFERENCE					**75,434,481**		5%

Unit Rate Breakdown (for JICA Review)

Item	Total Unit Rate (Rs)	Exc	PCC	RCC M20	RCC M20 Cover Slab	Rebar	Weep Hole / Grating	Backfill	Edge Angles
		NH	NH	KPWD	KPWD	NH	KPWD5	NH	DPR
4.01	2,042	18.44		1145.02		762.56			
4.03	10,302	19.66	814.50	4797.41		3764.29	154.00	43.65	708.75
4.05	16,057	18.44	1341.54	6641.09	1030.51	6967.06		58.20	
Reference Sl.No.		3.13(i)	9.01	28.7.2	28.7.2	9.09	28.1	12.01VI	

KPWD : KPWD SR, Bangalore circle 2014-15
NH : NH SR, Bangalore Circle 2014-15

出典：調査団

(5) 擁壁工のレビュー

調査団は、事業費積算 R(3)における擁壁工数量をレビューするために簡易計算を実施し、その計算結果と事業費積算 R(3)における擁壁工数量を比較した。

数量比較の結果 RCC 擁壁の数量は妥当であると判断できたが、RE 擁壁の数量には大きな差異が確認できたため、DULT・BDA・STUP に報告した。

DULT・BDA・STUP により数量の再確認が実施され、調査団は 2015 年 6 月 19 日に見直し数量を受領した。

擁壁工数量の比較表を以下に示す。

表 7.2.19　　擁壁工数量比較表

項目	擁壁工数量 (sq. m)		
	事業費積算 R(3)	調査団によるレビュー	STUP による見直し
RCC 擁壁	98,986	108,184	-
RE 擁壁	176,175	339,680	229,655

出典：調査団

調査団は、DULT・BDA・STUP による見直し数量を採用し、RE 擁壁の積算を見直した。なお、RE 擁壁の数量は詳細設計段階で再度見直しされる事を前提とする。

RE 擁壁の数量見直し後の積算内訳表を以下に示す。

表 7.2.20　　RE 擁壁に係る数量見直し後の積算内訳表

BILL NO 25: RE WALL							
Item		Unit	Total Quantity		Rate (Rs)	Total Amount (Rs)	
SI NO	Structures		Cost Estimate R(3)	Revise by STUP		Cost Estimate R(3)	Revise by STUP
	RE PANEL						
25.01	Area of RE wall - RE Panel	Sqm	176175	229655	5,500.00	968,962,500	1,263,100,080
25.02	Area of RE wall, - (Friction slab, Crash barrier, Filter media, HDPE pipe etc.)	Sqm	176175	229655	3,500.00	616,612,500	803,790,960
	RCC WALL						
	Length		12620	12620			
25.03	EARTH WORK	Cum	47325	47325	47.20	2,233,551	2,233,551
25.04	Back fill	Cum	27764	27764	187.27	5,199,420	5,199,420
25.05	PCC	Cum	3155	3155	4,271.40	13,476,267	13,476,267
25.06	RCC - M35	Cum	16406	16406	6,485.94	106,408,332	106,408,332
25.07	Steel	MT	738	738	68,994.72	50,936,732	50,936,732
25.08	Weep holes	Nos	6300	6300	164.16	1,034,208	1,034,208
25.09	Filter media	Cum	5300	5300	939.60	4,980,256	4,980,256
25.10	Painting	Sqm	6310	6310	66.96	422,518	422,518
Total						**1,770,266,283**	**2,251,582,323**
Difference							**481,316,040**

出典：調査団

7.3 事業費積算の更新

調査団は、最新の単価及び設計・積算レビュー結果を基に事業費積算 R(3)を更新した。

7.3.1 工事費積算の構成

土木工事及び ITS 工事の工事費積算及び運営維持管理費の構成を以下に示す。

表 7.3.1 土木工事費積算の構成

Update by JICA Experts		Project Cost Estimate R(3) in DPR		Difference (X - Y) (INR)
item	Total Amount (X) (INR)	Item	Total Amount (Y) (INR)	
A. Road Works	**14,649,051,849**	**A. Road Works**	**13,690,000,000**	**959,051,849**
1. Site Clearance	21,330,297	1. Site Clearance	21,161,009	169,288
2. Earthwork	2,181,555,705	2. Earthwork	2,164,241,771	17,313,934
3. Pavement	7,904,092,133	3. Pavement	7,841,361,243	62,730,890
4. Drainage	1,543,810,764	4. Drainage	1,531,558,297	12,252,466
5. Road Furniture	1,043,474,085	5. Road Furniture	1,035,192,545	8,281,540
6. Intersections and Entry/Exit Ramps	119,240,605	6. Intersections and Entry/Exit Ramps	118,236,045	1,004,560
7. Toll Plaza	1,612,053,535	7. Toll Plaza	734,940,241	877,113,293
8. Arboriculture	41,183,850	8. Arboriculture	40,856,994	326,856
9. Highway Lighting	144,568,287	9. Highway Lighting	143,420,920	1,147,367
10. Other Items	35,996,809	10. Other Items	43,271,120	-7,274,311
11. Maintenance during Construction	1,745,778	11. Maintenance during Construction	1,559,011	186,767
		12. Rounding Off	14,200,803	-14,200,803
B. Structure Works	**9,099,701,822**	**B. Structure Works**	**3,740,000,000**	**5,359,701,822**
12. Culvert	330,054,525	13. Culvert	180,692,176	149,362,349
13. Vehicular Underpass	422,863,923	14. Vehicular Underpass	211,558,947	211,304,976
14. Pedestrian Underpass	82,966,534	15. Pedestrian Underpass	42,331,149	40,635,385
15. Minor Bridge	174,399,616	16. Minor Bridge	83,618,827	90,780,790
16. Railway Under Bridge	483,383,969	17. Railway Under Bridge	211,357,592	272,026,378
17a. Bridge Structures	6,211,526,000	18. Railway Over Bridge	594,629,691	4,478,056,931
		19. Pedestrian Overpass	256,624,861	
		20. Vehicular Overpass	156,820,799	
		22. Flyovers along PRR	610,439,258	
		21. Underpass along PRR (Bridge Structure of	114,954,460	
20. Underpass along PRR	300,574,666	21. Underpass along PRR (Exclede Bridge	178,397,621	122,177,045
22. Underpass along Cross road	237,596,636	23. Underpass along Cross road	235,710,948	1,885,688
23. Flyover along Cross road (Exclude bridge	856,335,952	24. Flyover along Cross road	849,539,635	6,796,317
		25. Rounding Off	13,324,037	-13,324,037
C. Earth Rtaining Structures	**3,807,460,118**	**C. Earth Rtaining Structures**	**3,310,000,000**	**497,460,118**
24. RCC Wall	1,537,865,137	26. RCC Wall	1,525,659,858	12,205,279
25. RE Wall	2,269,594,981	27. RE Wall	1,770,266,283	499,328,699
		28. Rounding Off	14,073,859	-14,073,859
D. Other Works	**2,859,599,486**	**F. Other Items of Work**	**3,208,260,000**	**-348,660,514**
1. Environmental Mitigation Plan	90,200,000	2. Environmental Mitigation Plan	90,200,000	0
2. Capacity Building (A+B+C) X 0.30%	82,668,641	4. Capacity Building (A+B+C) X 0.5%	103,700,000	-21,031,359
3. Shifting of Utilities after LA (A+B+C) X 5.00%	1,377,810,689	5. Shifting of Utilities after LA (A+B+C) X 7.5%	1,555,500,000	-177,689,311
4. Safety & Occupational Health, Risc Coverage (A+B+C) X 4.75%	1,308,920,155	10. Safety & Occupational Health, Risc Coverage (A+B+C) X 7.0%	1,451,800,000	-142,879,845
		13. Rounding Off	7,060,000	-7,060,000
Total	**30,415,813,275**	**Total**	**23,948,260,000**	**6,467,553,275**

出典：調査団

表 7.3.2　　ITS 工事費積算の構成

Update by JICA Experts		Project Cost Estimate R(3) in DPR		Difference (X - Y) (INR)
item	Total Amount (X) (INR)	item	Total Amount (Y) (INR)	
E. Intelligent Transport System	**3,723,721,125**	**G. Intelligent Transport System**	**8,000,000,000**	**-4,276,278,875**
1. ITS for Peripheral Ring Road	1,363,933,290	1. PRR - ITS	1,464,000,000	-100,066,710
2. Bengaluru Traffic Information System (B-TIC)	648,603,135	2. Bangalor City - ITS	6,468,000,000	-4,108,212,165
3. Area Traffic Signal Control System (ATCS)	1,321,563,900			
4. Electronic Road Pricing (ERP) System	0			
5. Clearinghouse for Common Smartcard	389,620,800			
		3. Rounding Off	68,000,000	-68,000,000
Total	**3,723,721,125**	**Total**	**8,000,000,000**	**-4,276,278,875**

出典：調査団

表 7.3.3　　土木工事の運営維持管理費の構成

Update by JICA Experts			Project Cost Estimate R(3) in DPR			Difference (INR)
item		Total Amount (INR)	item		Total Amount (INR)	
K1. Routine O & M (per 1 year)		**131,431,514**	**K1. Routine O & M (per 1 year)**		**75,205,843**	**56,225,670**
a. Roads	0.201	71,503,020	a. Roads		39,955,843	31,547,177
b. Structures	(Cr/Yr/Km)	59,928,494	b. Structures	(B+C) X 0.5%	35,250,000	24,678,494
K2. Periodic O & M (per 5 years)		**844,916,875**	**K2. Periodic O & M (per 5 years)**		**1,498,523,564**	**-653,606,690**
a. Roads	1.289	459,662,272	a. Roads		1,423,723,564	-964,061,292
b. Structures	(Cr/Yr/Km)	385,254,603	b. Structures	B X 2.0%	74,800,000	310,454,603

出典：調査団

表 7.3.4　　ITS 工事の運営維持管理費の構成

Update by JICA Experts		Project Cost Estimate R(3) in DPR			Difference (INR)
item	Total Amount (INR)	item		Total Amount (INR)	
K3. Routine O & M for ITS (per 1 year)	**1,082,350,438**	**K1. Routine O & M for ITS (per 1 year)**		**960,000,000**	**122,350,438**
1. ITS for Peripheral Ring Road	814,696,502	c. PRR ITS	(G1+G3) X 12%	183,840,000	630,856,502
2. Bengaluru Traffic Information System (B-TIC)	50,281,440	d. City ITS	G2 X 12%	776,160,000	-508,506,064
3. Area Traffic Signal Control System (ATCS)	133,660,208				
4. Electronic Road Pricing (ERP) System	72,822,288				
5. Clearinghouse for Common Smartcard	10,890,000				
Total	**1,082,350,438**	**Total**		**960,000,000**	**122,350,438**

出典：調査団

7.3.2 事業費積算の基準年の更新

調査団は、JICA 円借款審査条件に基づき事業費積算 R(3)の積算基準年を更新した。

事業費積算 R(3)及び JICA 円借款審査の積算基準年を以下に示す。

- 事業費積算 R(3)の積算基準年：2014 年 8 月
- JICA 審査の積算基準年：2015 年 7 月

積算基準年の更新に伴う事業費積算 R(3)の単価更新は、インドにおける建設物価上昇率を用いて行った。

調査団はインドの建設物価指数を基に 2014 年の年間物価上昇比率を計算し 0.8%を採用することで JICA の了解を得た。

表 7.3.5 に分野別の物価上昇率を示す。

表 7.3.5　　分野別の物価上昇率

分野	2014 年の年間物価上昇率		
	物価指数		物価上昇率
	2014 年 1 月 (A)	2014 年 12 月 (B)	B / A - 1
Building	139.90	141.06	0.8%
Roads	143.98	145.17	0.8%
Bridges	136.48	137.62	0.8%
Power	140.99	142.16	0.8%
Urban Infra	133.54	134.65	0.8%
Maintenance	133.09	134.19	0.8%

出典：調査団（インドの建設物価指数を参照して作成）

7.3.3 工種別単価の更新

調査団は、最新単価及び設計・積算レビュー結果を踏まえ事業費積算の工種別単価を更新した。

7.3.3.1 土木工事

(1) 道路工

道路工について事業費積算 R(3)と調査団更新後の積算比較表を以下に示す。

表 7.3.6 道路工の積算比較表

Update by JICA Experts		Project Cost Estimate R(3) in DPR		Difference (X - Y) (INR)
item	Total Amount (X) (INR)	Item	Total Amount (Y) (INR)	
A. Road Works	**14,649,051,849**	**A. Road Works**	**13,690,000,000**	**959,051,849**
1. Site Clearance	21,330,297	1. Site Clearance	21,161,009	169,288
2. Earthwork	2,181,555,705	2. Earthwork	2,164,241,771	17,313,934
3. Pavement	7,904,092,133	3. Pavement	7,841,361,243	62,730,890
4. Drainage	1,543,810,764	4. Drainage	1,531,558,297	12,252,466
5. Road Furniture	1,043,474,085	5. Road Furniture	1,035,192,545	8,281,540
6. Intersections and Entry/Exit Ramps	119,240,605	6. Intersections and Entry/Exit Ramps	118,236,045	1,004,560
7. Toll Plaza	1,612,053,535	7. Toll Plaza	734,940,241	877,113,293
8. Arboriculture	41,183,850	8. Arboriculture	40,856,994	326,856
9. Highway Lighting	144,568,287	9. Highway Lighting	143,420,920	1,147,367
10. Other Items	35,996,809	10. Other Items	43,271,120	-7,274,311
11. Maintenance during Construction	1,745,778	11. Maintenance during Construction	1,559,011	186,767
		12. Rounding Off	14,200,803	-14,200,803

出典：調査団

1) 単価更新の主な内容

道路工単価の主な更新内容について、以下にまとめた。

- 2014 年の年間物価上昇率 0.8%を用いた単価の更新
- 設計内容のレビュー結果を踏まえた料金所単価の更新

2) 料金所

調査団は、以下に示す設計・積算レビュー結果を踏まえ料金所単価を更新した。

- 3 か所のインターチェンジ追加に伴う料金所の追加
- 事業費積算 R(3)で未計上となっていた料金所地下道の追加
- 事業費積算 R(3)で未計上となっていた ITS 配管及びハンドホールの追加

料金所地下道の単価は、Bill No.12 カルバートの単価を参照して計算した。計算結果を下表に示す。

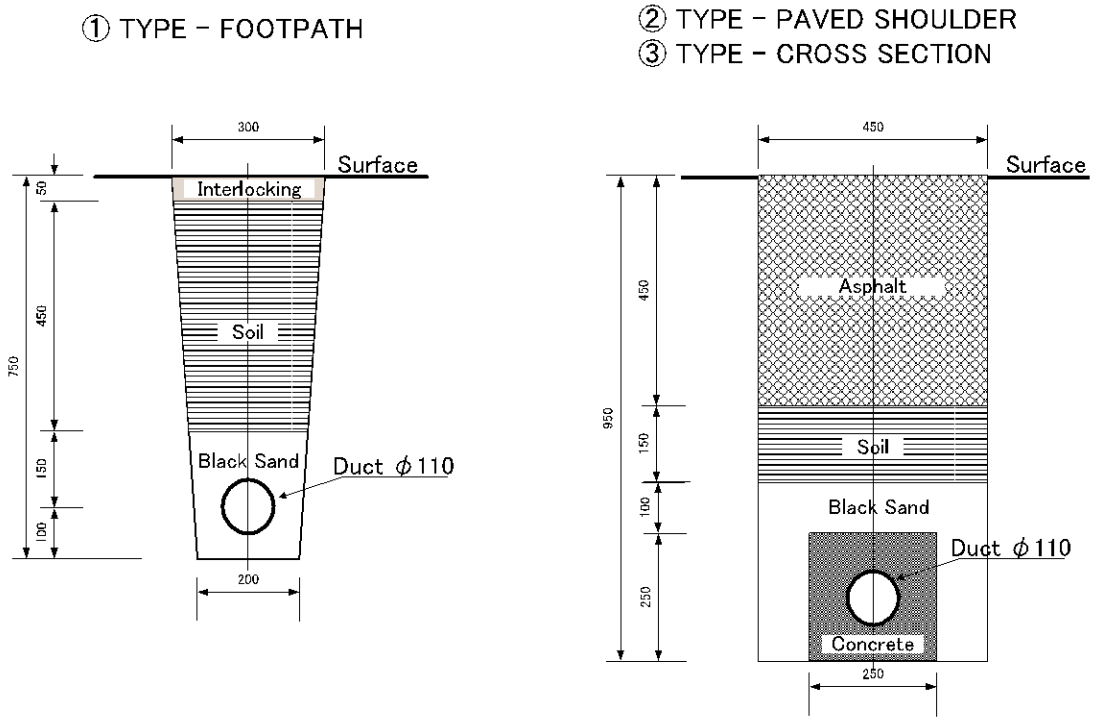
表 7.3.7　　料金所地下道単価の計算

A) 更新後のカルバート工事費の合計（更新後単価を使用、クラッシュバリアの費用は除く）	Rs	28,264,712
B) カルバートの本体コンクリート体積	m^3	27,992
C)本体コンクリート m3 当りの工事費（A / B）	Rs / m^3	1,727
D) 料金所地下道の断面積	m^2	2.36
E) 料金所地下道のm当り単価 （C * D）	Rs / m	27,676
料金所地下道の採用単価	Rs / m	30,000

出典：調査団

ITS 配管及びハンドホールの単価は KPWD　SR2014-2015 を参照して積算した。

ITS 配管及びハンドホールの標準図を図 7.3.1、7.3.2 に、単価積算を表 7.3.8、7.3.9 に示す。



出典：調査団

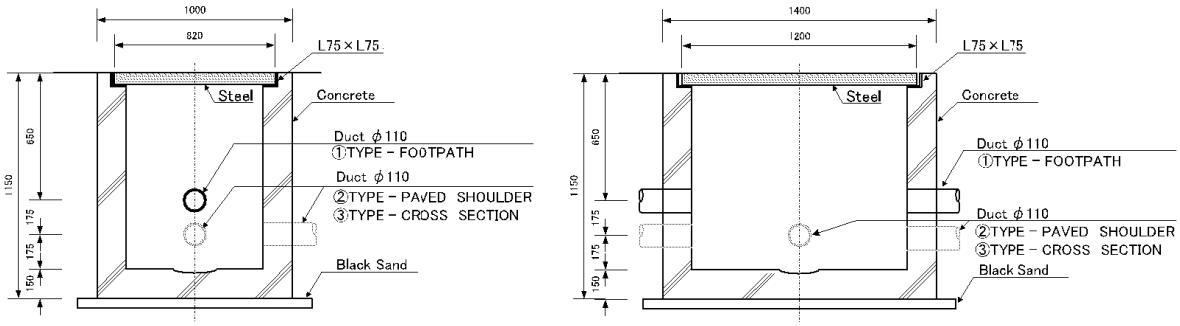
図 7.3.1　　ITS 配管の標準図

表 7.3.8　　ITS 配管の単価積算

Cost Calculation for Duct D110mm under Paved Shoulder									
Item no	Description	Unit	No	Length (m)	Breadth (m)	Height (m)	Quantity	Rate (Rs)	Amount (Rs)
1	Earthwork excavation for foundation of structures	Cum	1	1	0.45	0.95	0.428	138	59
2	Construction of embankment	Cum	1	1	0.45	0.15	0.068	67	5
3	Providing and laying in position reinforced cement concrete	Cum	1	1	0.25	0.25	0.063	5953	372
4	Providing and removing centering, shuttering, strutting, propping etc., and removal of form work for foundations, footings	Sqm	1	3		0.25	0.750	232	174
5	KSRB 4.9.2: Providing T.M.T steel reinforcement for R.C.C work	Sqm	1				0.003	77334	266
6	Sand	MT	1	1	0.95	0.1	0.095	1537	146
7	PVC Pipes 10kg/Sqm 110mm outerdia	Rm	1	1			1.000	541	541
GRAND TOTAL Per m									1562

Cost Calculation for Duct D110mm under Footpath									
Item no	Description	Unit	No	Length (m)	Breadth (m)	Height (m)	Quantity	Rate (Rs)	Amount (Rs)
1	Earthwork excavation for foundation of structures	Cum	1	1	0.25	0.75	0.188	138	26
2	Construction of embankment	Cum	1	1	0.267	0.45	0.120	67	8
6	Sand	MT	1	1	0.217	0.25	0.045	1537	69
7	PVC Pipes 10kg/Sqm 110mm outerdia	Rm	1	1			1.000	541	541
Grand Total per m									643

出典：調査団（KPWD SR 2014-2015 を参照して作成）



出典：調査団

図 **7.3.2** ハンドホールの標準図

表 **7.3.9** ハンドホールの単価積算

Cost Calculation for Junction Box of size 1.4x1.0x1.15 m									
Item no	Description	Unit	No	Length (m)	Breadth (m)	Height (m)	Quantity	Rate (Rs)	Amount (Rs)
1	Earthwork excavation for foundation of structures	Cum	1	2.4	2	1.2	5.76	138	797
2	Providing and laying in position plain cement concrete	Cum	1	1.6	1.2	0.1	0.192	5144	988
3	Providing and laying in position reinforced cement concrete								
	Walls	Cum	1	4.2	0.15	0.9	0.567		
	Bottom Slab	Cum	1	1.4	1	0.15	0.21		
	Top Slab	Cum	1	1.4	1	0.1	0.14		
	TOTAL						0.917	5953	5459
4	Providing and removing centering, shuttering, strutting, propping etc.	Sqm	1						
	TOTAL						11.060	232	2567
5	Providing T.M.T steel reinforcement for R.C.C work	MT	1				0.05	77334	3900
6	ISA for cover slab 75x75x6 mm @6.8kg/ m	kg	1	5			34	58.3	1982
Grand Total per Nos									15694

出典：調査団（KPWD SR 2014-2015 を参照して作成)

3) 雑工費

下表に示す Item No.10.01 から 10.03 は、施工中に実施機関へ供与される車両及び携帯の費用であり、これらは実施機関の運営管理費に含まれるため、雑工費から除外した。

表 7.3.10　　雑工費から除外される項目

BILL NO 10 : Other Items					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Quantity**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
10.01	Provision for two nos new 4x4 driven AC Vehicle (Travera - 1 nos and Tata Sumo - 1 no) to PIU including vehicle management, fuel charges, driver salary)	Veh month	72	60,480.00	4,354,560
10.02	Provision of two mobile phones with connection	Month	72	5,040.00	362,880
10.03	Maintenance of Vehicles provided to client including driver, operation costs, fuel etc, complete (4000 km/month)	Veh month	72	40,320.00	2,903,040

出典：調査団

4) 道路工積算の内訳

更新後の道路工積算の内訳を以下に示す。

表 7.3.11　　伐開除根に係る更新後の積算内訳表

BILL NO 1 : Site Clearance					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
1.01	Clearing and grubbing road land for project road complete as per Technical Specifications Clause 201.	Ha.	541	26,426.74	14,296,864
1.02	Dismantling including disposal of unserviceable material and stacking the serviceable material complete as per Technical Specifications Clause 202.				0
	a) Brick/Stone Structures.	Cu.m.	**525**	259.10	136,026
	b)Plain Concrete/Reinforced concrete/ Prestressed concrete structures including cleaning, straightening & cutting of bars and separating them out from RCC/PSC.	Cu.m.	**1067**	387.56	413,522
	c) Bituminous Pavement	Cu.m.	**3908**	220.99	863,644
	d) Granular Material / shoulder	Cu.m.		388.64	0
	e) Retaining walls	Rm	**195**	380.51	74,199
	f) Pedestian Guard raill	Rm		70.76	0
	g) Metal crash barrier	Rm		65.32	0
1.03	Shifting of Utilities complete as per Technical Specifications Clause 201.				0
1	Electrical poles	Nos.	**658**	163.30	107,449
2	Electric junction box	Nos.	**0**	1,197.50	0
3	Transformer	Nos.	**7**	348,364.80	2,438,554
4	Telepphone pole	Nos.	**5**	1,069.92	5,350
5	Telephone junction box	Nos.	**4**	598.75	2,395
6	Lamp post	Nos.	**45**	123.45	5,555
7	Water post	Nos.	**0**		0
8	Hand pump	Nos.	**2**	348.36	697
9	Manhole	Nos.	**36**	5,007.74	180,279
10	Valve	Nos.	**0**		0
11	Sign board	Nos.	**0**	146.97	0
12	Borewell	Nos.	**136**	653.18	88,833
13	Km stones	Nos.	**3**	258.66	776
14	OFC stones	Nos.	**4**	258.66	1,035
15	Boundary stones	Nos.	**5**	566.09	2,830
16	HT Tower within ROW	Nos.	**4**	1,306.37	5,225
17	Bus stop / shelter	Nos.	**0**		0
18	Signal posts	Nos.	**0**	136.08	0
19	Name boards / gantry	Nos.	**0**	136.08	0
1.04	Cutting of trees including cutting of trunks, branches and removal of stumps of felled trees above 300 mm girth complete as per Technical Specifications Clause 201.		**0**		0
	a) above 300m upto 600mm	Nr.	**3018**	152.41	459,972
	b) above 600m upto 900mm	Nr.	**1811**	305.91	553,999
	c) above 900mm upto 1800mm	Nr.	**1207**	765.31	923,734
	d) above 1800mm	Nr.	**603**	1,275.89	769,359
TOTAL					**21,330,297**

出典：調査団

表 7.3.12　　土工に係る更新後の積算内訳表

BILL NO 2 : Earthwork					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
2.01	Earthwork in excavation necessary for construction of roadway in all types of soil all complete as per Technical Specifications Clause 301.				
	(a) Excavation in ordinary soil	Cu.m	4,651,374	37.34	173,683,942
	(b) Excavation of Soft Rock (for GSB/ Concrete)	Cu.m	250,074	49.42	12,359,721
	(c) Excavation of Hard Rock requiring controlled blasting (for GSB/BT/Concrete works)	Cu.m	100,050	251.48	25,160,158
	(d) Excavation of Hard Rock - Open blasting	Cu.m		104.51	0
2.02	Construction of embankment with suitable material from **borrow areas** including cover to fly ash core with all leads and lifts, compacting to 95% of modified proctor density, all complete as per drawings and Technical Specifications, Clause 305 (20 KM lead)	Cu.m	3,865,164	291.10	1,125,158,269
2.03	Construction of subgrade satisfying the requirements of minimum CBR value as indicated in the specification with approved material from **borrow areas**, with all leads & lifts, compacting to 97% of modified proctor density, all complete as per Technical Specifications, Clause 305	Cu.m	1,032,964	319.41	329,935,908
2.04	Construction of hard shoulder satisfying the requirements of minimum CBR value as indicated in the specification with approved material from **borrow areas**, with all leads & lifts, compacting to 97% of modified proctor density, all complete as per Technical Specifications, Clause 307	Cu.m		319.41	0
2.05	Filling in median/island/footpath with ***approved borrow material*** (selected earth and agricultural soil) with all leads and lifts complete as per Technical Specification Clauses 305 & 407.	Cu.m	376,088	239.94	90,237,147
2.06	Construction of embankment with suitable material obtained from ***roadway*** including cover to fly ash core with all leads and lifts, compacting to 95% of modified proctor density, all complete as per drawings all complete as per Technical Specifications, Clause 305	Cu.m	2,558,255	58.11	148,664,299
2.07	Construction of subgrade satisfying the requirements of minimum CBR value as indicated in the specification with approved material from ***roadway*** with all leads & lifts, compacting to 97% of modified proctor density, all complete as per Technical Specifications, Clause 305	Cu.m	930,274	68.37	63,599,663
2.08	Construction of hard shoulder satisfying the requirements of minimum CBR value as indicated in the specification with approved material from ***roadway and drainage excavation etc***., with all leads & lifts, compacting to 97% of modified proctor density, as per Technical Specification Technical Specifications, Clause 307	Cu.m		68.37	0
2.09	Construction of Median with suitable materials deposited at site from ***roadway and drainage excavation*** including all leads and lifts etc., complete as per Technical Specification Clause 305.	Cu.m		118.66	0
2.10	Loosening and recompacting sub-grade in all kinds of soil, compacting to 97% of modified proctor density, all complete as per Technical Specifications Clauses 301 & 305.	Cu.m	103,328	52.25	5,399,376
2.11	Transportation and disposal of surplus rock between for use in road construction lead of 20 Km	Cu.m	350,103	182.24	63,802,188

BILL NO 2 : Earthwork					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
2.12	Transportation and disposal of surplus earth between lead of 15 Km and 20 Km	Cu.m	1,162,843	123.45	143,555,034
2.13	Scarifying Existing Bituminous Surface layer(s) as per Technical Specifications Clause 305. lead of 20 Km	Sqm		3.16	0
2.14	Excavating the Existing Pavement surface and disposal lead of 20 Km	Cum		335.83	0
TOTAL					**2,181,555,705**

出典：調査団

表 7.3.13　　舗装工に係る更新後の積算内訳表

BILL NO 3 : Pavement					
Item	Description	Unit	Total Qty	Rate (Rs)	Total Amount (INR)
3.01	Providing and laying Granular Sub-base as pavement and drainage layer complete as per Technical Specifications Clause 401. Grading–I (Table:400-1).	Cu.m.	826,728	1,158.31	957,609,757
3.02	Providing and laying Granular Sub-base as pavement and drainage layer complete as per Technical Specifications Clause 401. Grading–I (Table:400-2).	Cu.m.			
3.03	Providing and laying Wet Mix Macadam base and profile correction course of required thickness complete as per Technical Specifications Clause 406.(10 km lead)	Cu.m.	277,027	1,182.54	327,594,179
3.04	Providing and Construction of Cement Treated Sub base as per Technical Specifications Clause 403	Cu.m.			
3.05	Providing and Construction of Cement Treated Sub Base with open graded material as per Technical Specifications Clause 403	Cu.m.			
3.06	Providing and Construction of Cement Treated Base as per Technical Specifications Clause 403	Cu.m.			
3.07	Providing bituminous primer coat over granular surface with bitumen emulsion of low porosity complete as per Technical Specifications Clause 502 @ 7.5 to 9.8 kg/10 sq.m.	Sq.m.	1,092,588	81.43	88,969,738
3.08	Providing tack coat with bituminous Emulsion all complete as per Technical Specifications Clause 503				
	(i) On granular surface treated with primer and on hungry bituminous surface @3.0 Kg /10 sq.m.	Sq.m.	1,092,588	21.88	23,907,644
	(ii) On Bituminous surface @ 2.0 Kg/10 sq.m.	Sq.m.	1,092,588	12.08	13,202,729
3.09	Providing & laying Bituminous Macadam course of required thickness for main road and on prepared surface as profile corrective course complete as per Technical Specifications Clause 504	Cu.m.			
3.10	Providing & laying Dense Bituminous Macadam course of required thickness on prepared surface complete as per Technical Specifications Clause 507	Cu.m.	54,629	9,271.13	506,472,583
3.11	Providing & laying Bituminous Concrete course with CRMB of required thickness on prepared surface complete as per Technical Specifications Clause 509 with modified bituminous binder	Cu.m.	43,703	9,876.41	431,628,932
3.12	Providing & laying Semi Dense Bituminous Concrete course of required thickness on prepared surface complete as per Technical Specifications Clause 511 with polymer modified bituminous binder	Cu.m.			
3.13	Providing & laying aggregates for SAMI as crack prevention layer as per Technical specifications Clause 510 (Table 500-21)	Sq.m.		65.97	
3.14	Providing & laying Dry Lean Concrete subbase in M15 cc in service road locations at underpass area as per Technical Specifications Clause 601 and as approved by the Engineer.	Cu.m.	333,085	3,517.67	1,171,682,446
3.15	Providing & laying Pavement Quality Concrete of M45 Grade of specified thickness in service road locations at underpass area using minimum cement content 350 kg/cu.m. with slip form paver as per Technical Specifications Clause 602 and as approved by the Engineer.	Cu.m.	658,809	6,652.95	4,383,024,127
TOTAL					**7,904,092,133**

出典：調査団

表 7.3.14　　排水工に係る更新後の積算内訳表

BILL NO 4 : Drainage					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
4.01	Construction of precast RCC drain at edge of ROW complete (Unit Qty: Excavation = 0.5 Cum / Rm ; RCC = 0.20 Cum /Rm ; Steel = 0.011 Mt/Rm)	Lm	131025	1,993.82	261,240,790
4.02	Construction of lined ROW Drains at edge of ROW (Unit Qty: Excavation = 0.144 Cum / Rm ; PCC M15= 0.1 Cum/Rm ; Rebar =60 Kg/Cum ; Precast cover (150mm thick) = 0.12Cum/Rm;RCC M20 =0.39 Cum/Rm ;Shuttering = 2.8 Sqm/ Rm	Lm	0	5,255.52	0
4.03	Construction of covered rectangular drains along service roads and between main road and service road (Unit qty: Excavation = 0.533 Cum/Rm ; RCC M20 =0.675 Cum/Rm ; PCC M15= 0.17 Cum/Rm ; Rebar =60 Kg/Cum ; Precast cover (150mm thick) = 0.23 Cum/Rm ; Shuttering = 6.0 Sqm/ Rm ; Weepholes, 100 dia = 4no/10 Rm ; Backfill = 0.15 Cum/Rm ; Edge Angles ISA 50x50x6; 4No/Rm	Lm	124190	9,840.45	1,222,085,947
4.04	Construction of Covered rectangular drains in the central median at superelevated sections (Unit qty: PCC M15= 0.125 Cum/Rm ; RCC M15= 0.383 Cum/Rm ; Rebar =60 Kg/Cum Shuttering = 3 Sqm/ Rm ; Inlet opening with Grating @ 10 m c/c = 1nos.; GI pipe of length 2.25m @ 10m c/c = 1 nos)	Lm		4,470.74	0
4.05	Construction of sumps complete as per specifications and drawings in central median at superelevated sections (size 1.0 x 1.0 m x 1.0 m 200 mm wall thickness) at end of median(Unit qty: Excavation = 0.5 cum ; RCC M20 =1.16cum ; PCC M15 = 0.28cum ; Rebar =75kg/cum ; Precast cover (150mm thick) =0.18 cum ; Shuttering = 8.8 sqm ; backfill = 0.2 cum/Rm)	Nos	72	15,458.04	1,112,979
4.06	Providing and laying 1000mm dia NP4 RCC pipes for		0		0
	a) Connecting drains on service roads due to change in C/s.	Lm	1966	9,915.49	19,493,862
	b) Outlet from RCC drain to brick masonry head wall	Lm	0		0
4.07	Providing drain inlets for collection of surface run off from main road and service road	Nos	0	604.80	0
4.08	Providing water downtakes to drain from underpass/flyover approaches.	Lm	8235	1,632.96	13,447,426
4.09	Toe walls in Random Rubble stone masonry laid in PCC M15 leveling course complete as per drawing and Technical Specifications Section 1400	Cum			0
4.10	Providing rain water harvesting facilities on project road complete as per typical detail in Technical schedule	Nos	2622	10,080.00	26,429,760
4.11	Construction of 300 mm dia semi-circular drainage chute in cement concrete M-15 with M-15 foundation concrete as per drawings and Technical Specifications Sections 1500 and 1700 including construction of bell mouth at entry at high embankment locations	Lm			0
4.12	Construction of energy dissipation basin at toe of chutes in M-15 as per drawing and Technical Specifications Sections 1500 & 1700.	Nr.			0
4.13	Construction of uncovered trapezoidal lined drain in central median . Excavation 2.75m3/Rm lined area 5.22 sqm Rm	Lm		5,087.38	0
TOTAL					**1,543,810,764**

出典：調査団

表 7.3.15　　道路付帯工に係る更新後の積算内訳表

BILL NO 5 : Road Furniture					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
5.01	Pavement marking with hot applied thermoplastic paints conforming to ASTM D36/BS-3262 (Part - I) as per drawing & Technical Specifications Clause 803.	Sq.m.	123217	475.74	58,618,723
5.02	Painting concrete Kerb complete with suitable paint	Sq.m.	57818	58.79	3,398,921
5.03	Supplying and fixing at site retro-reflectorised type sign boards/signs made of encapsulated lense type of reflective sheeting fixed over aluminum sheeting 2.0 mm thick with minimum coefficient of retro-reflection (determined in accordance with ASTM Stan		0	0.00	0
	A) Mandatory /Regulatory Signs of Size.		0	0.00	0
	i) Circular 600 mm dia.	Nr.	98	3,464.05	339,477
	B) Cautionary/Warning Signs-Triangular 900mm size	Nr.	126	4,135.74	521,104
	C) Informatory Signs		0	0.00	0
	a) Direction and Place Identification sign		0	0.00	0
	i) Advance Direction/Destination signs	Nr.	110	7,333.95	806,734
	ii) Direction signs 1200 x 700 mm	Nr.	110	7,333.95	806,734
	iii) Reassurance signs	Nr.	110	7,333.95	806,734
	iv) Place Identification Signs	Nr.	100	7,333.95	733,395
	b) Facility and Other Useful information Signs	Nr.	75	7,333.95	550,046
	c) Route Marker Signs		0	0.00	0
	i) PRR Route marker signs of size 450x600mm	Nr.	94	2,357.34	221,590
	ii) SH/MOR Route marker signs	Nr.	94	2,357.34	221,590
5.04	Providing and fixing retro-reflectorised road delineators complete as per drawing and Technical Specifications Clause 805.		0	0.00	0
	a) Cluster of Red Reflectors.	Nr.	1008	1,411.20	1,422,490
	b) Road way delineators.		0	0.00	0
	i) Chevron marker boards	Nr.	934	3,628.80	3,389,299
	ii) Road Delineators on curves	Nr.	3908	382.11	1,493,296
	c) Cats eye - Ordinary	Nr.	58348	382.11	22,295,508
	d) Cats eye - solar studs	Nr.	71315	544.32	38,818,181
5.05	Construction of plain cement concrete kerb M-20 grade complete as per drawing & Technical Specifications Clause 408.		0	0.00	0
	a) Kerb. (unit Qty: Concrete M20 - 0.07 cum/Lm)	Lm	191060	377.59	72,143,259
	b) Kerb with Channel (unit Qty:Concrete M20 - 0.13 cum/Lm)	Lm	31220	701.25	21,892,946
5.06	For foundations of kerbs M-15 grade		0	0.00	0
	a) Kerb. (unit Qty:PCC M15 - 0.037 Cum/Lm)	Lm	175032	159.31	27,883,671
	b) Kerb with Channel (unit Qty: 0.07 Cum/Lm)	Lm	31220	301.39	9,409,395
5.07	Providing and fixing reinforced cement concrete M-15 grade stones including excavation, foundation concrete and reinforcement inscription etc. all complete as per Technical Specifications Section 800.		0	0.00	0
	i) Hectometer stones.	Nr.	512	592.22	303,217
	ii) 5th km. stone.	Nr.	28	2,991.58	83,764
	iii) km. stone.	Nr.	110	1,873.55	206,090
5.08	Providing and fixing M-20 guard post 250mm dia x 1.25m long including reinforcement 4 Nos. 12mm dia vertical bars and 5 No. stirrups 6mm dia, duly embedded in cement concrete grade M-15, 550mm x 550mm x 650mm	Nr.	0		0

BILL NO 5 : Road Furniture					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
5.09	Providing and laying Road land (ROW) boundary pillars at 50m spacing in M-20, 200mm dia x 0.9m long including reinforcement 4 Nos. 6mm dia vertical bars and 5 No. stirrups 6mm dia, duly embedded in cement concrete grade M-15, 500mm x 500mm x 750mm.	Nr.	2590	366.87	950,198
5.10	Providing and laying utility ducts in RCC M 20 concrete at sides of service road (1.5m wide x 0.75m deep) including provision of utility racks	Lm	0	0.00	0
5.11	Construction of New Concrete Crash Barrier in M-30 grade for roadway as per Technical Specifications Clause 408 (unti quantities: Concrete: 0.4 Cum/Rm ; Shuttering : 1.75 Sqm/Rm ; Reinf: 80 Kg/Cum).	Lm	0	4,169.49	0
5.12	Providing and installing Pedestrian Guard rail at central median locations as per drawings and Technical Specifications Clause 808	Lm	118210	1,663.44	196,635,469
5.13	Providing, fabricating and fixing W shaped Metal beam Crash Barrier channel on main road, bridge approaches and sharp curve locations as per Technical specifications Clause 810	Lm	153138	2,724.87	417,280,517
5.14	Provision of Overhead Signs		0	0.00	0
	a) Cantilver Type (4m x 1.2m)	Nr.	28	211,680.00	5,927,040
	b) Overhead signs 6m height and 12m wide	Nr.	4	636,048.00	2,544,192
5.15	Providing, fabricating and fixing W shaped Metal beam Crash Barrier at high embankment locations as per Technical specifications Clause 810	Lm	0	2,724.87	0
5.16	Providing and installing chain link fence with L angles complete with gate, painting, concrete base and foundation complete as per Technical Specification Clause 807	Lm	58530	1,415.23	82,833,529
5.17	Providing utility ducts in NP 3 pipes, 2 rows of 300mm dia for the project road	Lm	5704	3,199.51	18,250,022
5.18	Use existing Pedestrian guard rail with repairs and rehabilitations	Lm	0	0.00	0
5.19	Use existing Metal crash barrier with repairs and rehabilitations	Lm	0	0.00	0
5.20	Noise barriers	Lm	0	0.00	0
5.21	Providing Traffic beacons at important cross roads, pedestrain crossings, educational institutions, minor junctions	No	84	3,225.60	270,950
5.22	Providing Bus shelters at bus stops	No	65	806,400.00	52,416,000
5.23	Providing 160 mm dia HDPE pipes along service roads (3 rows each)	Lm	0	1,208.39	0
TOTAL					**1,043,474,085**

出典：調査団

表 7.3.16　　インターチェンジに係る更新後の積算内訳表

BILL NO 6 : Intersections and Entry/Exit Ramps					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
6.01	Clearing and grubbing road land for project road complete as per Technical Specifications Clause 201.	Ha	1	26,426.74	24,677
6.02	Construction of embankment with approved material from **borrow areas** with all leads and lifts, compacting to 95% of modified proctor density, all complete as per drawings and Technical Specifications Clause 305.	Cu.m	23863	291.10	6,946,575
6.03	Construction of subgrade satisfying the requirements of minimum CBR value as indicated in the specification with approved material from **borrow areas**, with all leads & lifts, compacting to 97% of modified proctor density, all complete as per Technical Specification Clause 305	Cum	14915	319.41	4,763,955
6.04	Construction of Earthern shoulder satisfying the requirements of minimum CBR value as indicated in the specification with approved material from **borrow areas**, with all leads & lifts, compacting to 97% of modified proctor density, all complete as per Technical Specification Clause 401	Cum	9545	319.41	3,048,740
	Filling in median/island/footpath with ***approved borrow material*** (selected earth and agricultural soil) with all leads and lifts complete as per Technical Specification Clauses 305 & 407.	Cum	0	239.94	0
	Providing and laying cement treated base Clause 403. Grading–I (Table:400-1).	Cum	0	984.13	0
	Providing and laying cement treated base Clause 403. Grading–I (Table:400-1).	Cum	0	984.13	0
6.05	Providing and laying Granular Sub-base as pavement and drainage layer complete as per Technical Specifications Clause 401. Grading–I (Table:400-2).	Cu.m.	16287	1,158.31	18,865,443
6.06	Providing and laying Wet Mix Macadam base and profile correction course of required thickness complete as per Technical Specifications Clause 406.(10 km lead)	Cu.m.	0	1,182.54	0
6.07	Providing & laying Dry Lean Concrete subbase in M15 cc in service road locations at underpass area as per Technical Specifications Clause 601 and as approved by the Engineer.	Cu.m.	9257	3,517.67	32,563,053
6.08	Providing & laying Pavement Quality Concrete of M45 Grade of specified thickness in service road locations at underpass area using minimum cement content 350 kg/cu.m. with slip form paver as per Technical Specifications Clause 602 and as approved by the Engineer.	Cu.m.	4475	6,652.95	29,771,957
6.09	Providing bituminous primer coat over granular surface with bitumen emulsion complete as per Technical Specifications Clause 502 @ 6.0 to 9.0 kg/10 sq.m.	Sq.m.	0	81.43	0
6.10	Providing tack coat with bituminous Emulsion all complete as per Technical Specifications Clause 503		0	0.00	0
6.11	(i) On granular surface treated with primer and on hungry bituminous surface @2.5 to 3.0/10 sq.m.	Sq.m.	0	21.88	0
6.12	(ii) On Bituminous surface @ 2.0 to 2.5 Kg/10 sq.m.	Sq.m.	0	12.08	0
6.13	Providing & laying Dense Bituminous Macadam course of required thickness on prepared surface complete as per Technical Specifications Clause 507	Cu.m.	0	9,271.13	0

BILL NO 6 : Intersections and Entry/Exit Ramps					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
6.14	Providing & laying Bituminous Concrete course of required thickness on prepared surface complete as per Technical Specifications Clause 509 with polymer modified bituminous binder	Cu.m.	0	9,876.41	0
6.15	Pavement marking with hot applied thermoplastic paints conforming to ASTM D36/BS-3262 (Part - I) as per drawing & Technical Specifications Clause 803.	Sq.m.	0	475.74	0
6.16	Painting concrete Kerb complete with suitable paint	Sq.m.	0	58.79	0
6.17	Supplying and fixing at site retro-reflectorised type sign boards/signs made of encapsulated lense type of reflective sheeting fixed over aluminum sheeting 2.0 mm thick with minimum coefficient of retro-reflection (determined in accordance with ASTM Stan		0	0.00	0
	A) Mandatory /Regulatory Signs of Size.		0	0.00	0
	i) Circular 900 mm dia.	Nr.	16	3,464.05	55,425
	ii) Octagon 900 mm height (for “STOP”).	Nr.	0	0.00	0
	iii) Triangular 900 mm size (for “GIVE WAY”).	Nr.	0	0.00	0
	B) Cautionary/Warning Signs-Triangular 900mm size	Nr.	16	4,135.74	66,172
	C) Informatory Signs		0	0.00	0
	a) Direction and Place Identification sign		0	0.00	0
	i) Advance Direction/Destination signs	Nr.	4	7,333.95	29,336
	ii) Direction signs 1200 x 700 mm	Nr.	28	7,333.95	205,351
	iii) Reassurance signs	Nr.	4	7,333.95	29,336
	iv) Place Identification Signs	Nr.	0	0.00	0
	v) Speed breaker signs	Nr.	0	0.00	0
	b) Facility and Other Useful information Signs	Nr.	12	12,096.00	145,152
	c) Overhead Gantry marker sign, 1.5m height	Rm	0	0.00	0
6.18	Providing and fixing retro-reflectorised road delineators complete as per drawing and Technical Specifications Clause 805.		0	0.00	0
	a) Cluster of Red Reflectors.	Nr.	34	1,209.60	41,126
	b) Road way delineators.	Nr.	0	0.00	0
	c) Cats eye	Nr.	0	0.00	0
6.19	Construction of plain cement concrete kerb M-20 grade complete as per drawing & Technical Specifications Clause 408.		0	0.00	0
	a) Kerb. (unit Qty: Concrete M20 - 0.065 cum/Lm)	Lm	0	377.59	0
	b) Kerb with Channel (unit Qty:Concrete M20 - 0.12 cum/Lm)	Lm	0	0.00	0
6.20	For foundations of kerbs M-15 grade		0	0.00	0
	a) Kerb. (unit Qty:PCC M15 - 0.06 Cum/Lm)	Lm	0	159.31	0
	b) Kerb with Channel (unit Qty: 0.07 Cum/Lm)	Lm	0	0.00	0
6.21	Providing and laying 25 mm thick precast cement concrete chequered tiles of grade M-20 in ordinary grey cement without chips laid in cement mortar 1:3 over 50 mm thick cement concrete M-15 grade and 150 mm thick granular sub-base including pointing of tiles	Sq.m.	0	923.17	0
6.22	Providing and installing Pedestrian Guard rail at intersection locations as per drawings and Technical Specifications Clause 808	Rm	0	1,663.44	0
6.23	Landscaping	LS	0	0.00	0
6.24	Providing and fixing Litter bins complete as per Technical Specifications.	Nr	0	0.00	0

BILL NO 6 : Intersections and Entry/Exit Ramps					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
6.25	Providing and installation of traffic signals at major intersections	Nr	10	100,800.00	1,008,000
6.26	Providing and installation of LED Traffic beacons at intersections for minor intersections	Nr	0	60,480.00	0
6.27	Providing speed breakers at cross roads (avg length 10m)	No	0	0.00	0
6.28	Providing, fabricating and fixing W shaped Metal beam Crash Barrier at high embankment locations as per Technical specifications Clause 810	Lm	7955	2,724.87	21,676,308
TOTAL					**119,240,605**

出典：調査団

表 7.3.17　　料金所に係る更新後の積算内訳表

BILL NO 7 : Toll Plaza					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
7.01	Providing & laying Pavement Quality Concrete of M45 Grade of specified thickness in at toll plaza area using minimum cement content 350 kg/cu.m. with slip form paver as per Technical Specifications Clause 602 and as approved by the Engineer.	Cum	53762	6,652.95	357,675,962
7.02	Providing & laying Dry Lean Concrete subbase in M15 cc at toll plaza area as per Technical Specifications Clause 601 and as approved by the Engineer.	Cum	26881	3,517.67	94,558,434
7.03	Providing and Construction of Cement Treated Sub base as per Technical Specifications Clause 403	Cum	39591	984.13	38,962,713
7.04	Construction of subgrade satisfying the requirements of minimum CBR value as indicated in the specification with approved material from **borrow areas**, with all leads & lifts, compacting to 97% of modified proctor density, all complete as per Technical Specifications, clause 305	Cum	48596	291.10	14,146,409
7.05	Providing and laying Wet Mix Macadam base and profile correction course of required thickness complete as per Technical Specifications Clause 406.	Cum			
7.06	Providing bituminous primer coat over granular surface with bitumen emulsion complete as per Technical Specifications Clause 502 @ 6.0 to 9.0 kg/10 sq.m.	Sq.m			
7.07	Providing tack coat with bituminous Emulsion all complete as per Technical Specifications Clause 503				
	(i) On granular surface treated with primer and on hungry bituminous surface @2.5 to 3.0/10 sq.m.	Sq.m			
	(ii) On Bituminous surface @ 2.0 to 2.5 Kg/10 sq.m.	Sq.m			
7.08	Providing & laying Bituminous Macadam course of required thickness for main road, service road and on prepared surface as profile corrective course complete as per Technical Specifications Clause 504	Cum			
7.09	Providing & laying Dense Bituminous Macadam course of required thickness on prepared surface complete as per Technical Specifications Clause 507	Cum			
7.10	Providing & laying Bituminous Concrete course of required thickness on prepared surface complete as per Technical Specifications Clause 509 with polymer modified bituminous binder	Cum			
7.11	Filling in median/island/footpath with ***approved borrow material*** (selected earth and agricultural soil) with all leads and lifts complete as per Technical Specification Clauses 305 & 407.	Cum	5853	239.94	1,404,347
7.12	Pavement marking with hot applied thermoplastic paints conforming to ASTM D36/BS-3262 (Part - I) as per drawing & Technical Specifications Clause 803.	Sq.m.	8737	475.74	4,156,503
7.13	Supplying and fixing at site retro-reflectorised type sign boards/signs made of encapsulated lense type of reflective sheeting fixed over aluminum sheeting 2.0 mm thick with minimum coefficient of retro-reflection (determined in accordance with ASTM Standard E:810) as indicated in Table 800-1 complete including vertical pipes/ angles/ posts etc. all complete as per drawing and Technical Specification Clause 801.				

BILL NO 7 : Toll Plaza					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
7.13	**A) Mandatory /Regulatory Signs of Size.**				
	i) Circular 600 mm dia.	Nr.			
	ii) Octagon 900 mm height (for "STOP").	Nr.			
	B) Cautionary/Warning Signs-Triangular 900mm size	Nr.			
	C) Informatory Signs				
	i) Toll plaza signs	Nr.	256	45,360.00	11,612,160
7.14	Providing and fixing retro-reflectorised road delineators complete as per drawing and Technical Specifications Clause 805.				
	a) Cluster of Red Reflectors.	Nr.			
	b) Cats eye	Nr.	640	544.32	348,365
7.15	Construction of New Jersey Crash Barrier in M-30 grade complete as per drawing & Technical Specifications Clause 408.				
	a) Concrete in M 30 CC with 80 Kg/Cum steel	Cu.m.	3909	11,134.44	43,524,509
	b) Shuttering	Sqm		above rate including shuttering	
	c) Object marking	Sqm	10359	58.79	608,970
7.16	Kerbs				
	a) Kerb. (unit Qty:PCC M20 - 0.11 Cum/Lm)	Lm			
	b) PCC Kerb (M 15 : unit Qty: 0.065 Cum/Lm)	Lm			
7.17	Providing and laying 25 mm thick precast cement concrete chequered tiles of grade M-20 in ordinary grey cement without chips laid in cement mortar 1:3 over 50 mm thick cement concrete M-15 grade and 150 mm thick granular sub-base including pointing of tiles with neat cement as per drawing and Tech. Specification clause 409.	Sq.m.	11520	923.17	10,634,881
7.18	Overhead Lane Control Sign Board (Full Width)	Rm	695	22,176.00	15,412,320
7.19	Covered Drains for Toll Plaza (Unit Qty.Excavation=1.25 Cum/Rm ; RCC in M20 cc - 0.5 cum/Rm ; PCC M15 cc = 0.12 Cum/Rm ; Shuttering = 2.65 Sqm / Rm ; ISA 75 x 75 x 6 = 4no/Rm ; Reinforcement = 80 Kg/cum ; Heavy Duty grating = 0.85 Wide / Rm)	Lm	855	7,056.00	6,032,880
7.20	Toll Plaza - Administrative Building and O&M base camp	Sq.m.	3780	16,269.12	61,497,274
7.21	Rest area	No			
7.22	Toll Booths including protection	No	128	30,240.00	3,870,720
7.23	Hardware and Software for Toll collection system	Ls			
7.24	Toll Plaza Canopy	Sqm	17361	3,427.20	59,499,619
7.25	Maintenance Building with separate storage area for inflammable materials	Ls			
7.26	Plantation of trees	Ls			
7.27	Landscaping	Ls			
7.28	Providing and fixing Litter bins complete as per Technical Specifications.	Nr.	32	2,016.00	64,512
7.29	Construction of tube wells and water supply system complete	Nr.	9	201,600.00	1,814,400
7.30	Construction Toilet complexes complete	Nr.	9	504,000.00	4,536,000
7.31	Petrol / Diesel Filling station	Nr.			
7.32	Automatic Vehicle Traffic Counter	Nr.	32	201,600.00	6,451,200
7.33	150mm dia PVC duct for conduits	Rm	695	1,415.23	983,586
7.34	Provision and installation of one no of ATMS facility (Advanced Traffic Management Systems) on project road consisting of Automatic traffic counter cum classifier and Weigh in motion	Ls	3	1,008,000.00	3,024,000

BILL NO 7 : Toll Plaza					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
7.35	Provision of tunnel below toll booths 2.4m wide & 2.4m clear height.	Rm			
SUB TOTAL (A)					**740,819,763**

BILL NO 7a : Additional Items of Toll Plaza					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
7a.01	Providing & laying Pavement Quality Concrete of M45 Grade of specified thickness in at toll plaza area using minimum cement content 350 kg/cu.m. with slip form paver as per Technical Specifications Clause 602 and as approved by the Engineer.	Cum	48502	6,652.95	322,682,438
7a.02	Providing & laying Dry Lean Concrete subbase in M15 cc at toll plaza area as per Technical Specifications Clause 601 and as approved by the Engineer.	Cum	24251	3,517.67	85,307,231
7a.03	Providing and laying Granular Sub-base as pavement and drainage layer complete as per Technical Specifications Clause 401. Grading–I (Table:400-1).	Cum	24251	1,158.31	28,090,335
7a.04	Construction of subgrade satisfying the requirements of minimum CBR value as indicated in the specification with approved material from **borrow areas**, with all leads & lifts, compacting to 97% of modified proctor density, all complete as per Technical Specifications, clause 305	Cum	80837	291.10	23,531,815
7a.05	Filling in median/island/footpath with ***approved borrow material*** (selected earth and agricultural soil) with all leads and lifts complete as per Technical Specification Clauses 305 & 407.	Cum	2088	239.94	500,987
7a.06	Pavement marking with hot applied thermoplastic paints conforming to ASTM D36/BS-3262 (Part - I) as per drawing & Technical Specifications Clause 803.	Sq.m.	3204	475.74	1,524,257
7a.07	Supplying and fixing at site retro-reflectorised type sign boards/signs made of encapsulated lense type of reflective sheeting fixed over aluminum sheeting 2.0 mm thick with minimum coefficient of retro-reflection (determined in accordance with ASTM Standard E:810) as indicated in Table 800-1 complete including vertical pipes/ angles/ posts etc. all complete as per drawing and Technical Specification Clause 801.				
	A) Mandatory /Regulatory Signs of Size.				
	i) Circular 600 mm dia.	Nr.			
	ii) Octagon 900 mm height (for "STOP").	Nr.			
	B) Cautionary/Warning Signs-Triangular 900mm size	Nr.			
	C) Informatory Signs				
	i) Toll plaza signs	Nr.	96	45,360.00	4,354,560
7a.08	Providing and fixing retro-reflectorised road delineators complete as per drawing and Technical Specifications Clause 805.				
	a) Cluster of Red Reflectors.	Nr.			
	b) Cats eye	Nr.	240	544.32	130,637
7a.09	Construction of New Jersey Crash Barrier in M-30 grade complete as per drawing & Technical Specifications Clause 408.				
	a) Concrete in M 30 CC with 80 Kg/Cum steel	Cu.m.	5567	11,134.44	61,989,256

BILL NO 7a : Additional Items of Toll Plaza					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
7a.09	b) Shuttering	Sqm		above rate including shuttering	
	c) Object marking	Sqm	11803	58.79	693,844
7a.10	Providing and laying 25 mm thick precast cement concrete chequered tiles of grade M-20 in ordinary grey cement without chips laid in cement mortar 1:3 over 50 mm thick cement concrete M-15 grade and 150 mm thick granular sub-base including pointing of tiles with neat cement as per drawing and Tech. Specification clause 409.	Sq.m.	3240	923.17	2,991,060
7a.11	Overhead Lane Control Sign Board (Full Width)	Rm	264	22,176.00	5,854,464
7a.12	Toll Plaza - Administrative Building and O&M base camp	Sq.m.	3000	16,269.12	48,807,360
7a.13	Toll Booths including protection	No	36	30,240.00	1,088,640
7a.14	Toll Plaza Canopy	Sqm	3402	3,427.20	11,659,334
7a.15	Providing and fixing Litter bins complete as per Technical Specifications.	Nr.	12	2,016.00	24,192
7a.16	Construction of tube wells and water supply system complete	Nr.	6	201,600.00	1,209,600
7a.17	Construction Toilet complexes complete	Nr.	6	504,000.00	3,024,000
7a.18	Automatic Vehicle Traffic Counter	Nr.	12	201,600.00	2,419,200
7a.18	Provision of tunnel below toll booths 2.4m wide & 2.4m clear height.	Rm	3,433	30,000	102,981,000
7a.19	110mm dia PVC duct for electric cable under footpath	Rm	130,000	643	83,590,000
7a.19	110mm dia PVC duct for electric cable under paved syoulder and cross section	Rm	43,000	1,562	67,166,000
7a.20	Junction box W1.4m L1.4m H1.15m	Nr.	740	15,694	11,613,560
SUB TOTAL (B)					**871,233,771**
TOTAL (A+B)					**1,612,053,535**

出典：調査団

表 7.3.18　　植栽工に係る更新後の積算内訳表

BILL NO 8 : Arboriculture					
Item	Description	Unit	Total Qty	Rate (Rs)	Total Amount (INR)
8.01	Plantation of trees as per MOEF guidelines in one/two rows depending upon space available on either side of road within ROW & central median (including planting with manure, gardening and maintenance)	No	6063	595.49	3,610,432
8.02	Providing 300 mm thick stone pitching for high embankment (height >3m) including 150mm granular fill all complete as per Technical Specifications Section 307	Sqm.			
8.03	Turfing of embankment slopes with grass sods all complete as per Technical Specifications Clause 307.	Sqm.			
8.04	Turfing of central median, entry, exit ramps and underpass locations with grass sods all complete as per Technical Specifications Clause 307.	Sqm.	733832	49.64	36,428,876
8.05	Plantation of shrubs in central median including planting with manure, gardening and maintenance @ 15m	Km	65	17,744.83	1,144,542
TOTAL					**41,183,850**

出典：調査団

表 7.3.19　　道路照明に係る更新後の積算内訳表

BILL NO 9 : Highway Lighting					
Item	Description	Unit	Total Qty	Rate (Rs)	Total Amount (INR)
9.01	Highmast lighting at major junctions, Toll plaza, Truck laybye, Interchanges,ROB, Rest Areas - 40 lux	Nr.	22	604,800.00	13,305,600
9.02	Street lighting in urban areas - 40 lux	Nr.	5183	14,152.32	73,351,475
9.03	Illumination at toll plaza approach - 40 lux	Nr.	340	14,152.32	4,811,789
9.04	Lighting at approach to bus bay, truck laybye and Junction portions, Curve locations - 40 lux	Nr.	625	14,152.32	8,845,200
9.05	Lighting at Toll plaza central section (roof) - 100 lux	Nr.	489	7,056.00	3,450,384
9.06	Lighting for toll plaza tunnel section, VUP and PUP/CUP	Nr.	1096	5,040.00	5,523,840
9.07	Feeder Pillar	Nr.	30	504,000.00	15,120,000
9.08	Cables Lumpsum	LS	1		20,160,000
TOTAL					**144,568,287**

出典：調査団

表 **7.3.20** 雑工費に係る更新後の積算内訳表

BILL NO 10 : Other Items					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
10.01	Provision for two nos new 4x4 driven AC Vehicle (Travera - 1 nos and Tata Sumo - 1 no) to PIU including vehicle management, fuel charges, driver salary)	Veh month	72	60,480.00	4,354,560
10.02	Provision of two mobile phones with connection	Month	72	5,040.00	362,880
10.03	Maintenance of Vehicles provided to client including driver, operation costs, fuel etc, complete (4000 km/month)	Veh month	72	40,320.00	2,903,040
10.04	Facilities to NHAI / Client				
	a) Desktop computer with software	Ls			
	b) Laptop with necessary software	Ls			
	c) Internet Broadband connection	Ls			
	d) Laser printer, fax, copier	Ls			
	e) Junior clerks - 2 nos	Ls			
	f) Data Operator - 2 nos	Ls			
	g) Peon - 2 nos	Ls			
10.05	Providing and installation one no of highway / material engineering laboratory with stand by power system	Nr.	3	1,512,000.00	4,536,000
10.06	Provision of highway patrolling system	Nr.	3	2,419,200.00	7,257,600
10.07	Provision of Traffic aid post	Nr.	3	201,600.00	604,800
10.08	Provision of medical aid post	Nr.	3	201,600.00	604,800
10.09	Provision of crane	Nr.	3	403,200.00	1,209,600
10.10	Rest area	Ha	6	50,400.00	302,400
10.11	Vehicle rescue post	Nr.	3	201,600.00	604,800
10.12	Operation and maintance centre	Nr.	3	504,000.00	1,512,000
10.13	Provision for traffic diversion & Safety				
	a) Barricading	m	6000	900.67	5,404,009
	b) Reflecor tapes	m	6000	100.80	604,800
	c) Safety display boards	Nr.	110	8,064.00	887,040
	d) Traffic signs	Nr.	130	4,032.00	524,160
10.14	Topographic Survey	Km	79	151,200.00	11,944,800
10.15	Field Investigations (Topo survey, Traffic Surveys, Geo Tech, hydrological investigation, Axle load surveys)	Ls			
10.16	Detailed Engineering	Ls			
10.17	Project Management	Ls			
10.18	Independent Engineer Fees	Ls			
SUB TOTAL (A)					**43,617,289**

BILL NO 10a : Items Deducted from Other Items (These items are included in administration cost)					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
10a.01	Provision for two nos new 4x4 driven AC Vehicle (Travera - 1 nos and Tata Sumo - 1 no) to PIU including vehicle management, fuel charges, driver salary)	Veh month	-72	60,480.00	-4,354,560
10a.02	Provision of two mobile phones with connection	Month	-72	5,040.00	-362,880
10a.03	Maintenance of Vehicles provided to client including driver, operation costs, fuel etc, complete (4000 km/month)	Veh month	-72	40,320.00	-2,903,040
SUB TOTAL (B)					**-7,620,480**
TOTAL (A+B)					**35,996,809**

出典：調査団

表 7.3.21　　施工中の維持管理に係る更新後の積算内訳表

BILL NO 11 : Maintenance during Construction					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Qty**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
	MAINTENANCE DURING CONSTRUCTION				
11.01	Pothole filling and patching work	Sqm	2840	413.68	1,174,860
11.02	Crack sealing	Sqm	2130	20.16	42,941
11.03	Earthen shoulder maintenance including filling with select soil	Cum	2080	223.78	465,454
11.04	Road marking	Sqm	24	475.74	11,418
11.05	Maintenance of existing road signs	Nr	45	504.00	22,680
11.06	Maintenance of existing guard posts, crash barriers etc.	Nr	47	604.80	28,426
TOTAL					**1,745,778**

出典：調査団

(2) 構造物工

構造物工について事業費積算 R(3)と調査団更新後の積算比較表を以下に示す。

表 7.3.22　　構造物工の積算比較表

Update by JICA Experts		Project Cost Estimate R(3) in DPR		Difference (X - Y) (INR)
item	Total Amount (X) (INR)	Item	Total Amount (Y) (INR)	
B. Structure Works	**9,099,701,822**	**B. Structure Works**	**3,740,000,000**	**5,359,701,822**
12. Culvert	330,054,525	13. Culvert	180,692,176	149,362,349
13. Vehicular Underpass	422,863,923	14. Vehicular Underpass	211,558,947	211,304,976
14. Pedestrian Underpass	82,966,534	15. Pedestrian Underpass	42,331,149	40,635,385
15. Minor Bridge	174,399,616	16. Minor Bridge	83,618,827	90,780,790
16. Railway Under Bridge	483,383,969	17. Railway Under Bridge	211,357,592	272,026,378
17a. Bridge Structures	6,211,526,000	18. Railway Over Bridge	594,629,691	4,478,056,931
		19. Pedestrian Overpass	256,624,861	
		20. Vehicular Overpass	156,820,799	
		22. Flyovers along PRR	610,439,258	
		21. Underpass along PRR (Bridge Structure of Cross Road)	114,954,460	
20. Underpass along PRR	300,574,666	21. Underpass along PRR (Exclede Bridge Structure of Cross Road)	178,397,621	122,177,045
22. Underpass along Cross road	237,596,636	23. Underpass along Cross road	235,710,948	1,885,688
23. Flyover along Cross road (Exclude bridge structure)	856,335,952	24. Flyover along Cross road	849,539,635	6,796,317
		25. Rounding Off	13,324,037	-13,324,037

出典：調査団

1) 単価更新の主な内容

構造物工単価の主な更新内容について、以下にまとめた。

表 7.3.23　　構造物工の主な更新内容

項目	説明	差 百万ルピー
鉄筋単価を見直したことによる増加分	68.99 Rs → 68,990 Rs	1,857
積算基準年を更新したことによる増加分	2014年8月 → 2015年7月	73
橋梁面積を見直したことによる増加分	Chennai ROB及びHosur ROBのアプローチ区間において、RE擁壁の代りにPC-I桁橋を採用した。	2,119
橋種を見直したことによる増加分	PC箱桁橋の代りに鋼箱桁橋を採用した。	1,553
	PC箱桁橋の代りにPC-I桁橋を採用した。	-241
合計		5,360

出典：調査団

- 鉄筋単価の見直し：事業費積算 R(3)において、鉄筋単価 68.99 Rs/t が採用されていたが、正しくは 68, 990 Rs/t であったため鉄筋単価を見直した。
- 2014 年の年間物価上昇率 0.8%を用いた単価の更新

- 橋梁面積の見直し： Chennai ROB 及び Hosur ROB のアプローチ区間において、RE 擁壁の代りに PC-I 桁橋を採用した。
- 橋種の見直し：支間長に応じて PC 箱桁橋の代りに PC-I 桁橋及び鋼箱桁橋を採用した。

2) 橋梁構造物工

調査団は、DPR における橋梁の種類について見直しを行った。

DPR において全ての橋種は PC 箱桁橋が採用されているが、支間長は 23m～60m と幅があるため、支間長に応じて適正な橋種を選定した。

以下に支間長ごとの橋種を示す。

表 7.3.24　　支間長ごとの橋梁の種類

橋梁の種類	支間長 (m)	備考
PC-I 桁橋	L ≦ 30 m	
PC 箱桁橋	30 m < L ≦ 60 m	
鋼箱桁橋	L ≧ 60 m	Chennai ROB, Hosur ROB

出典：調査団

支間長 30m以下の橋梁については、PC 箱桁橋よりも経済的な PC-I 桁橋を採用した。

跨線橋は鉄道への影響を最小にする必要があり、PC 箱桁橋よりも短期の架設が期待できる鋼箱桁橋を採用した。

橋種の見直しに従って、橋梁単価の見直しを行った。

F/S 段階における橋梁工事費の積算では、積上げによる積算を行った場合、数量や費目の抜けが生じる可能性が高いため、インドにおける類似案件を参考に橋梁の m2 あたり単価を設定した。（m2 あたり単価は、上部工・下部工・基礎工・架設・仮設等、橋梁に必要な工種一式を含む。）

PC 箱桁橋の m2 単価は、事業費積算 R(3)における橋梁工事費の合計を全橋梁面積で割り返した単価を採用した。下表に事業費積算 R(3)における橋梁工事費と面積の一覧を示す。

表 7.3.25　　事業費積算 R(3)における橋梁工事費と面積一覧表

項目		合計金額 (INR)	橋梁の面積 (m2)
橋梁（PC箱桁橋）	ROB	1,129,436,099	34,268
	交差道路の橋梁	232,220,805	
	POP	455,437,095	1,920
	VOP	307,331,276	2,376
	フライオーバー	615,322,772	7,480
合計		2,739,748,047	46,044
PC箱桁橋のm2あたり単価			59,503

出典：調査団

PC-I 桁橋の単価は、ハイデラバード外環道路建設事業における同種橋梁のm2 あたり単価を参照した。

注）ハイデラバード外環道路建設事業：Construction of Eight-lane Access Controlled Expressway as Outer Ring Road to Hyderabad City in the State of Andhra Pradesh, India in the Stretches from Shamirpet to Pedda Amberpet –From Km.61.700 to Km.95.000 (Northern Arc)

鋼箱桁橋の単価は、ハイデラバード外環道路建設事業における鈑桁橋のm2 あたり単価を参照し、鈑桁橋と鋼箱桁橋の一般鋼重比率にて補正し設定した。以下に鋼箱桁橋の単価計算結果一覧表を示す。

表 7.3.26　　鋼箱桁橋の単価計算結果一覧表

項目	鈑桁橋	鋼箱桁橋
一般鋼重	0.4 t/m2	0.45 t/m2
鋼重比率	1.0	1.13
橋梁の m2 あたり単価	Rs130,000/m2	Rs146,900/m2

出典：調査団

以上より調査団が設定した橋梁のm2 あたり単価を下表にまとめた。

表 7.3.27　　橋梁単価一覧表

橋梁の種類	橋梁のm2 あたり単価 (Rs/m2) (上部工・下部工・基礎工・架設・仮設等、橋梁に必要な工種一式を含む。)
PC-I 桁橋	34,000
PC 箱桁橋	59,000
鋼箱桁橋	146,000

出典：調査団

3) 本線アンダーパス

Item No. 20.10 から 20.25 は交差道路における橋梁工事費であるため本線アンダーパスの積算内訳から除外し、橋梁工事費に含める。下表に該当費目一覧表を示す。

表 7.3.28　　本線アンダーパスの積算内訳から除外する費目一覧表

BILL NO 20 : Underpass along PRR					
Item	Description	Unit	Total Quantity	Rate (Rs)	Total Amount (INR)
	Bridge crossing at Existing road level				
20.10	M35 concrete for footing	cum	1820	5,656.57	10,294,964
20.11	M35 concrete in pier	cum	820	6,537.83	5,361,019
20.12	M35 concrete for piercap and pedestal	cum	585	6,834.48	3,998,172
20.13	RCC M35 for Dirt wall	cum	308	6,834.48	2,101,603
20.14	Superstructure RCC M35	cum	8232	6,834.48	56,261,455
20.15	Elastomeric Bearings	cucm	1638000	0.71	1,159,075
20.16	HYSD Fe500				
a	For footing	MT	182	69,546.68	12,657,495
b	For pier	MT	82	69,546.68	5,702,828
c	For piercap	MT	117	69,546.68	8,136,961
d	For superstructure	MT	1235	69,546.68	85,876,238
e	For dirt wall	MT	31	69,546.68	2,138,560
f	For crash Barrier	MT	28	69,546.68	1,951,090
20.17	Drainage Spouts	Nos	146	1,713.52	250,174
20.18	Strip seal Expansion Joint	RM	870	16,932.71	14,731,455
20.19	Wearing coat	sqm	12480	960.50	11,986,992
20.20	Footpath at bridge deck top	sqm	314	923.17	289,874
20.21	Crash Barrier at edge of carriageway	cum	150	5,656.57	848,486
20.22	Handrail at deck edge	Rm	208	2,115.59	440,043
20.23	Anticarbonate Painting	sqm	14466	67.50	976,393
20.24	Asphaltic Joint	Rm	388	1,470.75	570,652
20.25	Approach slab M30 including reinforcement	cum	609	10,652.34	6,487,277

出典：調査団

4) 交差道路フライオーバー

交差道路フライオーバーの積算内訳は、交差道路におけるアプローチ擁壁や高架下の舗装等の費用であり、橋梁に関する費用は元々VOP に計上されている。そのため当費目は橋梁工事費には含めず、2014 年の年間物価上昇率 0.8%にて単価を更新した。

5) 構造物工の積算内訳

構造物工に係る単価更新後の積算内訳表を以下に示す。

表 7.3.29　　カルバートに係る更新後の積算内訳表

BILL NO 12 : Culverts					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Quantity**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
12.01	**Earthwork in excavation** of foundation for structures with all leads and lifts in all types of soil	cum	67194	47.57	3,196,635
12.02	Providing and laying Cement Concrete in **foundation** including centering and shuttering and **Excluding the cost of reinforcement**.				
	a) PCC M15 below foundation	cum	3355	4,305.57	14,445,191
	RCC M35 for structure	cum	27992	5,656.57	158,335,975
	RCC M40 for crash barrier	cum	234	7,635.72	1,789,813
12.03	Back filling with approved soil	cum	22366	188.77	4,222,034
12.04	Providing, cutting, bending and fixing in position of **TMT Fe500 reinforcement**				
	For structure	MT	2129	69,546.68	148,064,877
TOTAL					**330,054,525**

Box culvert for water supply & sewage line crossings is also included

出典：調査団

表 7.3.30　　VUP に係る更新後の積算内訳表

BILL NO 13: Vehicular Underpass					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Quantity**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
13.01	**Earthwork in excavation** of foundation for structures with all leads and lifts in all types of soil	cum	31015	47.57	1,475,494
13.02	Providing and laying Cement Concrete in **foundation** including centering and shuttering and **Excluding the cost of reinforcement**.				
	a) PCC M15 below foundation	cum	1551	4,305.57	6,677,941
	b)PCC M15 in approach slab	cum	824	4,817.23	3,969,399
13.03	Providing and laying Cement Concrete in **foundation/ substructure /super structure** including centering and shuttering and **Excluding the cost of reinforcement**.				
	RCC M35 for structure	cum	24917	5,656.57	140,944,840
	RCC M40 for crash barrier	cum	677	7,635.72	5,169,383
13.04	Back filling with approved soil	cum	10338	188.77	1,951,506
13.05	Providing **filter media** behind RE panels, abutments, wing walls, retaining walls and return walls.	cum	5682	947.12	5,381,518
13.06	Providing, cutting, bending and fixing in position of **TMT Fe500 reinforcement**				
	For structure	MT	3017	69,546.68	209,822,327
13.07	Providing and fixing **100mm dia PVC weep holes** in abutments, wing walls and return walls.	Nos.	5568	165.47	921,355
13.08	Wearing coat -Tack coat, BC-40mm & Mastic asphalt 25 mm	Sqm	11297	960.50	10,850,725
13.09	Approach slab M30 including reinforcement	Cum	1672	10,652.34	17,810,716
13.10	Anti Carbonation Painting to the exposed surface of concrete	Sqm	31442	67.50	2,122,199
13.11	PCC M -30 filling at top of PUP base	Cum	2260	5,967.92	13,487,509
13.12	RCC M25 at Drain side walls cover slab kerb near median	Cum	362	6,295.61	2,279,009
TOTAL					**422,863,923**

出典：調査団

表 7.3.31　　PUP に係る更新後の積算内訳表

BILL NO 14 : Pedestrian Underpass					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Quantity**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
14.01	**Earthwork in excavation** of foundation for structures with all leads and lifts in all types of soil	cum	5651	47.57	268,838
14.02	Providing and laying Cement Concrete in **foundation** including centering and shuttering and **Excluding the cost of reinforcement**.				
	a) PCC M15 below foundation	cum	282	4,305.57	1,214,171
	b)PCC M15 in approach slab	cum	265	4,817.23	1,276,566
14.03	Providing and laying Cement Concrete in **foundation/ substructure /super structure** including centering and shuttering and **Excluding the cost of reinforcement**.				
	RCC M35 for structure	cum	4613	5,656.57	26,093,773
	RCC M40 for crash barrier	cum	116	7,635.72	885,744
14.04	Back filling with approved soil	cum	1883	188.77	355,454
14.05	Providing **filter media** behind RE panels, abutments, wing walls, retaining walls and return walls.	cum	1710	947.12	1,619,570
14.06	Providing, cutting, bending and fixing in position of **TMT Fe500 reinforcement**				
	For structure	MT	580	69,546.68	40,337,073
14.07	Providing and fixing **100mm dia PVC weep holes** in abutments, wing walls and return walls.	Nos.	1476	165.47	244,239
14.08	Wearing coat -Tack coat, BC-40mm & Mastic asphalt 25 mm	Sqm	1812	960.50	1,740,419
14.09	Approach slab M30 including reinforcement	Cum	536	10,652.34	5,709,656
14.10	Anti Carbonation Painting to the exposed surface of concrete	Sqm	4806	67.50	324,384
14.11	PCC M -30 filling at top of PUP base	Cum	363	5,967.92	2,166,357
14.12	RCC M25 at Drain side walls cover slab kerbnear median	Cum	116	6,295.61	730,290
TOTAL					**82,966,534**

出典：調査団

表 7.3.32　　マイナーブリッジに係る更新後の積算内訳表

BILL NO 15: Minor Bridge					
Item	Description	Unit	Total Quantity	Rate (Rs)	Total Amount (INR)
15.01	**Earthwork in excavation** of foundation for structures with all leads and lifts in all types of soil	cum	46746	47.57	2,223,874
15.02	Providing and laying Cement Concrete in **foundation** including centering and shuttering and **Excluding the cost of reinforcement**.				
	a) PCC M15 below foundation	cum	779	4,305.57	3,354,040
	RCC M35 for structure	cum	12974	5,656.57	73,388,384
15.03	Back filling with approved soil	cum	15582	188.77	2,941,417
15.04	Providing **filter media** behind RE panels, abutments, wing walls, retaining walls and return walls.	cum	2033	947.12	1,925,488
15.05	Providing, cutting, bending and fixing in position of **TMT Fe500 reinforcement**				
	For structure	MT	1297	69,546.68	90,202,041
15.06	Providing and fixing **100mm dia PVC weep holes** in abutments, wing walls and return walls.	Nos.	2202	165.47	364,372
TOTAL					**174,399,616**

出典：調査団

表 7.3.33　　RUB に係る更新後の積算内訳表

BILL NO 16 : Railway Under Bridge					
Item	Description	Unit	Total Quantity	Rate (Rs)	Total Amount (INR)
16.01	**Earthwork in excavation** of foundation for structures with all leads and lifts in all types of soil	cum	211200	47.57	10,047,538
16.02	Providing and laying Cement Concrete in **foundation** including centering and shuttering and **Excluding the cost of reinforcement**.				
	a) PCC M15 below foundation	cum	1440	4,305.57	6,200,023
	RCC M35 for structure	cum	30762	5,656.57	174,007,512
16.03	Providing **filter media** behind RE panels, abutments, wing walls, retaining walls and return walls.	cum	6240	947.12	5,910,009
16.04	Providing, cutting, bending and fixing in position of **TMT Fe500 reinforcement**				
	For structure	MT	3891	69,546.68	270,606,123
16.05	Providing and fixing **100mm dia PVC weep holes** in abutments, wing walls and return walls.	Nos.	6760	165.47	1,118,599
16.06	Wearing coat -Tack coat, BC-40mm & Mastic asphalt 25 mm	Sqm	10100	960.50	9,701,011
16.07	Anti Carbonation Painting to the exposed surface of concrete	Sqm	28000	67.50	1,889,879
16.08	RCC M25 at Drain side walls cover slab kerbnear median	Cum	620	6,295.61	3,903,275
TOTAL					**483,383,969**

出典：調査団

表 **7.3.34** 橋梁に係る更新後の積算内訳表

BILL NO 17a : Bridge Structures					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Quantity**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
17a.01	PC-I Girder Bridge	Sqm	84,762.75	34,000	2,881,933,500
17a.02	PC-Box Girder Bridge	Sqm	20,057.50	59,000	1,183,392,500
17a.03	Steel-Box Girder Bridge	Sqm	14,700.00	146,000	2,146,200,000
TOTAL					**6,211,526,000**

出典：調査団

表 7.3.35　　本線アンダーパスに係る更新後の積算内訳表

BILL NO 20 : Underpass along PRR					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Quantity**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
20.01	Earthwork in excavation for structures **in all types of soil**	cum	639230	47.57	30,410,452
20.02	Providing and laying Plain cement concrete M15 for leveling course				
	PCC M15 below foundation 100 thick	cum	5023	4,305.57	21,628,047
20.03	Providing Reinforced cement concrete for following concrete works (Rate shall exclude for HYSD Reinforcement.)				
	RCC M35 for retaining walls	cum	15701	6,537.83	102,647,815
20.04	Providing **M40** grade reinforced cement concrete **crash barrier**	cum	1368	5,656.57	7,738,192
20.05	Providing and fixing the **expansion joints of various types as below**				
	Joints in side walls of retaining walls (premoulded joint filler &compound)	RM	477	194.98	92,925
20.06	Providing **filter media** behind retaining walls	cum	13873	947.12	13,139,730
20.07	Supplying, cutting, bending,fitting placing TMT Fe500 HYSD reinforcement				
	a) In Approach retaining walls	MT	1513	69,546.68	105,231,078
	b) For crash barrier	MT	225	69,546.68	15,639,657
20.08	Providing and fixing **100mm dia PVC weep holes** in retaining walls	Nos.	15038	165.47	2,488,362
20.09	Providing anti carbonation treatment to exposed concrete surface	Sq.m	23089	67.50	1,558,408
	Bridge crossing at Existing road level				
20.10	M35 concrete for footing	cum	1820	5,656.57	10,294,964
20.11	M35 concrete in pier	cum	820	6,537.83	5,361,019
20.12	M35 concrete for piercap and pedestal	cum	585	6,834.48	3,998,172
20.13	RCC M35 for Dirt wall	cum	308	6,834.48	2,101,603
20.14	Superstructure RCC M35	cum	8232	6,834.48	56,261,455
20.15	Elastomeric Bearings	cucm	1638000	0.71	1,159,075
20.16	HYSD Fe500				
a	For footing	MT	182	69,546.68	12,657,495
b	For pier	MT	82	69,546.68	5,702,828
c	For piercap	MT	117	69,546.68	8,136,961
d	For superstructure	MT	1235	69,546.68	85,876,238
e	For dirt wall	MT	31	69,546.68	2,138,560
f	For crash Barrier	MT	28	69,546.68	1,951,090
20.17	Drainage Spouts	Nos	146	1,713.52	250,174
20.18	Strip seal Expansion Joint	RM	870	16,932.71	14,731,455
20.19	Wearing coat	sqm	12480	960.50	11,986,992
20.20	Footpath at bridge deck top	sqm	314	923.17	289,874
20.21	Crash Barrier at edge of carriageway	cum	150	5,656.57	848,486
20.22	Handrail at deck edge	Rm	208	2,115.59	440,043
20.23	Anticarbonate Painting	sqm	14466	67.50	976,393
20.24	Asphaltic Joint	Rm	388	1,470.75	570,652
20.25	Approach slab M30 including reinforcement	cum	609	10,652.34	6,487,277
SUB TOTAL (A)					**532,795,472**

BILL NO 20a : Deducted Items of Bridge crossing at Existing road level (These items are included in bridge structure cost)					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Quantity**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
	Bridge crossing at Existing road level				
20a.01	M35 concrete for footing	cum	-1820	5,656.57	-10,294,964
20a.02	M35 concrete in pier	cum	-820	6,537.83	-5,361,019
20a.03	M35 concrete for piercap and pedestal	cum	-585	6,834.48	-3,998,172
20a.04	RCC M35 for Dirt wall	cum	-308	6,834.48	-2,101,603
20a.05	Superstructure RCC M35	cum	-8232	6,834.48	-56,261,455
20a.06	Elastomeric Bearings	cucm	-1638000	0.71	-1,159,075
20a.07	HYSD Fe500				
a	For footing	MT	-182	69,546.68	-12,657,495
b	For pier	MT	-82	69,546.68	-5,702,828
c	For piercap	MT	-117	69,546.68	-8,136,961
d	For superstructure	MT	-1235	69,546.68	-85,876,238
e	For dirt wall	MT	-31	69,546.68	-2,138,560
f	For crash Barrier	MT	-28	69,546.68	-1,951,090
20a.08	Drainage Spouts	Nos	-146	1,713.52	-250,174
20a.09	Strip seal Expansion Joint	RM	-870	16,932.71	-14,731,455
20a.10	Wearing coat	sqm	-12480	960.50	-11,986,992
20a.11	Footpath at bridge deck top	sqm	-314	923.17	-289,874
20a.12	Crash Barrier at edge of carriageway	cum	-150	5,656.57	-848,486
20a.13	Handrail at deck edge	Rm	-208	2,115.59	-440,043
20a.14	Anticarbonate Painting	sqm	-14466	67.50	-976,393
20a.15	Asphaltic Joint	Rm	-388	1,470.75	-570,652
20a.16	Approach slab M30 including reinforcement	cum	-609	10,652.34	-6,487,277
SUB TOTAL (B)					**-232,220,805**
TOTAL (A+B)					**300,574,666**

出典：調査団

表 7.3.36　　交差道路アンダーパスに係る更新後の積算内訳表

BILL NO 22 : Underpass along Cross roads					
Item	Description	Unit	Total Quantity	Rate (Rs)	Total Amount (INR)
22.01	PRR crossing				
22.02	Cross road as				
22.03	ROW	m			
22.04	Cross Section width	m			
22.05	Turning spans	m			
22.06	Total length	m			
22.07	Area of covered portion	Sqm	4040	18,144.00	73,301,760
22.08	Height	m			
22.09	Length of approach	m			
22.1	Restriction of RE wall	m			
22.11	Length of RCC wall	m	163	15,686.90	2,553,345
22.12	Length of RE wall	m			
22.13	Area of RE wall, 4 sides - RE Panel	Sqm	6226	5,040.00	31,378,652
22.14	Area of RE wall, 4 sides- (Friction slab, Crash barrier, Filter media, HDPE pipe etc.)	Sqm	6226	3,528.00	21,965,057
22.15	Crust + subgrade	m			
22.16	Embankment Height	m			
22.17	Embankment, 2 sides	Cum	57703	291.10	16,797,571
22.18	Subgrade	Cum	10686	319.41	3,413,119
22.19	GSB	Cum	4274	1,158.31	4,951,000
22.2	WMM	Cum	5343	1,182.54	6,318,167
22.21	Prime	Sqm	21372	81.43	1,740,295
22.22	Tack	Sqm	21372	21.88	467,646
22.23	DBM	Cum	2137	9,271.13	19,813,889
22.24	Tack	Sqm	21372	12.08	258,252
22.25	BC	Cum	1069	9,876.41	10,553,739
	Surface Level Road				
22.26	Length	m			
22.27	Width	m			
22.28	Area	Sqm			
22.29	Sides	No			
22.3	Total Area	Sqm			
22.31	Embankment	Cum	10935	291.10	3,183,204
22.32	Subgrade	Cum	10935	319.41	3,492,715
22.33	GSB	Cum	4374	1,158.31	5,066,461
22.34	WMM	Cum	5468	1,182.54	6,465,511
22.35	Prime	Sqm	21870	81.43	1,780,880
22.36	Tack	Sqm	21870	21.88	478,552
22.37	DBM	Cum	1094	9,271.13	10,137,981
22.38	Tack	Sqm	21870	12.08	264,275
22.39	BC	Cum	875	9,876.41	8,639,887
22.40	Drain at surface level - Trapezoidal unlined - 45 Sqm Area including Turfing	Rm	2916	1,512.00	4,408,992
22.41	Lane marking	No	20	475.74	9,515
22.42	Road signs	No	20	7,808.45	156,169
TOTAL					**237,596,636**

出典：調査団

表 **7.3.37** 交差道路フライオーバーに係る更新後の積算内訳表

BILL NO 23 : Flyovers along Cross roads (Costs of Flyovers are included in VOP)					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Quantity**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
23.01	PRR crossing				
23.02	Cross road as				
23.03	ROW	m			
23.04	Cross Section width	m			
23.05	Turning spans	m			
23.06	Total length	m			
23.07	Area of covered portion	Sqm	13248	25,200.00	333,849,600
23.08	Height	m			
23.09	Length of approach	m			
23.1	Restriction of RE wall	m			
23.11	Length of RCC wall	m	327	15,490.58	5,071,798
23.12	Length of RE wall	m			
23.13	Area of RE wall, 4 sides - RE Panel	Sqm	22346	5,040.00	112,623,099
23.14	Area of RE wall, 4 sides- (Friction slab, Crash barrier, Filter media, HDPE pipe etc.)	Sqm	22346	3,528.00	78,836,169
23.15	Crust + subgrade	m			
23.16	Embankment Height	m			
23.17	Embankment, 2 sides	Cum	214950	291.10	62,572,453
23.18	Subgrade	Cum	29047	319.41	9,277,910
23.19	GSB	Cum	11619	1,158.31	13,458,346
23.2	WMM	Cum	14524	1,182.54	17,174,727
23.21	Prime	Sqm	58095	81.43	4,730,659
23.22	Tack	Sqm	58095	21.88	1,271,207
23.23	DBM	Cum	5809	9,271.13	53,860,261
23.24	Tack	Sqm	58095	12.08	702,010
23.25	BC	Cum	2905	9,876.41	28,688,317
	Surface Level Road				
23.26	Length	m			
23.27	Width	m			
23.28	Area	Sqm			
23.29	Sides	No			
23.3	Total Area	Sqm			
23.31	Embankment	Cum	33723	291.10	9,816,699
23.32	Subgrade	Cum	33723	319.41	10,771,202
23.33	GSB	Cum	13489	1,158.31	15,624,484
23.34	WMM	Cum	16861	1,182.54	19,939,022
23.35	Prime	Sqm	67445	81.43	5,492,065
23.36	Tack	Sqm	67445	21.88	1,475,809
23.37	DBM	Cum	3372	9,271.13	31,264,569
23.38	Tack	Sqm	67445	12.08	814,999
23.39	BC	Cum	2698	9,876.41	26,644,590
23.40	Drain at surface level - Trapezoidal unlined - 45 Sqm Area including Turfing	Rm	7966	1,512.00	12,044,592
23.41	Lane marking	No	40	475.74	19,029
23.42	Road signs	No	40	7,808.45	312,338
TOTAL					**856,335,952**

出典：調査団

(3) 擁壁構造物工

擁壁構造物工について事業費積算 R(3)と調査団更新後の積算比較表を以下に示す。

表 7.3.38 擁壁構造物工の積算比較表

Update by JICA Experts		Project Cost Estimate R(3) in DPR		Difference (X - Y) (INR)
item	Total Amount (X) (INR)	Item	Total Amount (Y) (INR)	
C. Earth Rtaining Structures	**3,807,460,118**	**C. Earth Rtaining Structures**	**3,310,000,000**	**497,460,118**
24. RCC Wall	1,537,865,137	26. RCC Wall	1,525,659,858	12,205,279
25. RE Wall	2,269,594,981	27. RE Wall	1,770,266,283	499,328,699
		28. Rounding Off	14,073,859	-14,073,859

出典：調査団

1) 単価更新の主な内容

擁壁構造物工単価の主な更新内容について、以下にまとめた。

- RE 擁壁の数量を更新（7.2.5.2 工種別内訳のレビューを参照）

  2014 年の年間物価上昇率 0.8%を用いた単価の更新

2) 擁壁構造物工の積算内訳

擁壁構造物工に係る単価更新後の積算内訳表を以下に示す。

表 7.3.39 RCC 擁壁に係る更新後の積算内訳表

BILL NO 24 : RCC WALL					
Item	**Description**	Unit	**Total Quantity**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
	RCC WALL				
	Length		65490		
24.01	EARTH WORK	Cum	253176	47.57	12,044,486
24.02	Back fill	Cum	146097	188.77	27,578,681
24.03	PCC	Cum	16878	4,305.57	72,671,153
24.04	RCC - M35	Cum	90201	6,537.83	589,718,580
24.05	Steel	MT	4289	69,546.68	298,258,230
24.06	Weep holes	Nos	37792	165.47	6,253,566
24.07	Filter media	Cum	31676	947.12	30,000,682
24.08	Painting	Sqm	98986	67.50	6,681,127
24.09	Crash Barrier M40	Cum	26196	7,625.92	199,768,684
24.10	Steel Crash Barrier	MT	4191	70,356.63	294,889,948
Total					**1,537,865,137**

出典：調査団

表 7.3.40　　RE 擁壁に係る更新後の積算内訳表

BILL NO 25: RE WALL					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Quantity**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
	RE PANEL				
25.01	Area of RE wall - RE Panel	Sqm	176175	5,544.00	976,714,200
25.02	Area of RE wall, - (Friction slab, Crash barrier, Filter media, HDPE pipe etc.)	Sqm	176175	3,528.00	621,545,400
	RCC WALL				
	Length		12620		
25.03	EARTH WORK	Cum	47325	47.57	2,251,419
25.04	Back fill	Cum	27764	188.77	5,241,015
25.05	PCC	Cum	3155	4,305.57	13,584,077
25.06	RCC - M35	Cum	16406	6,537.83	107,259,598
25.07	Steel	MT	738	69,546.68	51,344,226
25.08	Weep holes	Nos	6300	165.47	1,042,482
25.09	Filter media	Cum	5300	947.12	5,020,098
25.10	Painting	Sqm	6310	67.50	425,898
Sub Total (A)					**1,784,428,413**

BILL NO 25a: RE WALL (Update of Area of RE Wall)					
Item	**Description**	**Unit**	**Total Quantity**	**Rate (Rs)**	**Total Amount (INR)**
	RE PANEL				
25a.01	Area of RE wall - RE Panel	Sqm	-176175	5,544.00	-976,714,200
			229655	5,544.00	1,273,204,881
25a.02	Area of RE wall, - (Friction slab, Crash barrier, Filter media, HDPE pipe etc.)	Sqm	-176175	3,528.00	-621,545,400
			229655	3,528.00	810,221,288
Sub Total (B)					**485,166,568**
Total (A+B)					**2,269,594,981**

出典：調査団

(4) 関連諸経費

関連諸経費について事業費積算 R(3)と調査団更新後の積算比較表を以下に示す。

表 7.3.41 関連諸経費の積算比較表

Update by JICA Experts		Project Cost Estimate R(3) in DPR		Difference (X - Y) (INR)
item	Total Amount (X) (INR)	Item	Total Amount (Y) (INR)	
D. Other Works	**2,859,599,486**	**F. Other Items of Work**	**3,208,260,000**	**-348,660,514**
1. Environmental Mitigation Plan	90,200,000	2. Environmental Mitigation Plan	90,200,000	0
2. Capacity Building (A+B+C) X 0.30%	82,668,641	4. Capacity Building (A+B+C) X 0.5%	103,700,000	-21,031,359
3. Shifting of Utilities after LA (A+B+C) X 5.00%	1,377,810,689	5. Shifting of Utilities after LA (A+B+C) X 7.5%	1,555,500,000	-177,689,311
4. Safety & Occupational Health, Risc Coverage (A+B+C) X 4.75%	1,308,920,155	10. Safety & Occupational Health, Risc Coverage (A+B+C) X 7.0%	1,451,800,000	-142,879,845
		13. Rounding Off	7,060,000	-7,060,000
Total	**30,415,813,275**	**Total**	**23,948,260,000**	**6,467,553,275**

出典：調査団

1) 単価更新の主な内容

関連諸経費単価の主な更新内容について、以下にまとめた。

- 調査団は、本業務のレビュー対象として 2015 年 5 月に BDA と JICA より公式に提供された事業費積算 R(3)を基にレビュー・更新を実施してきた。その後、2015 年 7 月 6 日に BDA より最新版として事業費積算 R(4)をメールにて受領した。しかし、調査団が事業費積算 R(4)をレビューしたところ、いくつかの間違いが見つかったため、事業費積算 R(4)は本業務のレビュー対象として妥当でないと判断し、引き続き事業費積算 R(3)をレビュー対象として業務を継続した。

- 事業費積算 R(4)では関連諸経費の比率が見直されており、これら比率は BDA による過去の事業実績を基に計算した適正な比率であることが BDA へのヒアリングで確認できたため、関連諸経費は見直し後の比率を使うこととした。以下に関連諸経費比率の見直し前後の比較表を示す。

表 7.3.42 関連諸経費比率の比較表

項目	関連諸経費の比率	
	事業費積算 R(3)	事業費積算 R(4)
F-1) Preparatory Works like Topography, Soil Investigation, Construction Material Assessment & Test, etc.	2.0%	0.25%
F-4) Capacity Building	0.5%	0.3%
F-5) Shifting of Utilities after LA	7.5%	5.0%
F-8) Design Fee	0.75%	0.3%
F-10) Safety & Occupational Health, Risk Coverage, etc.	7.0%	4.75%

出典：調査団

- SI No.F-1 Preparatory works like topography, soil investigation, construction material assessment & test, etc. は、円借款非適格費目である STUP による詳細設計費に含めた。
- SI No.F-3 Rehabilitation and resettlement cost は、用地補償費に含めた。
- SI No.F-6 Feasibility engineering cost は、DPR のための費用であるため事業費積算から除外した。
- SI No.F-7 Supervision consultancy は、改めて調査団によって積上げを行った。
- SI No.F-8 Design fee は、「STUP による詳細設計」と名称変更し円借款非適格費目とした。
- SI No.F-9 Approvals は、実施機関の運営管理費に含めた。

SI No.F-4 capacity building は、BDA を対象とした事業管理分野の能力開発費であるが、詳細については未定であるため、今後 DULT・BDA・JICA の三者で協議することを提案した。

7.3.3.2 ITS 工事

調査団は、ITS マスタープラン調査における ITS 工事の積算内容を本調査にて下表の通り見直した。

表 7.3.43 ITS 工事の積算内容

Unit=INR

ITS Component		Equipment				O&M (Annual)
		Grant	Loan	State	Total	
ITS for Peripheral Ring Road	Highway Traffic Management System (HTMS)		791,903,340		1,583,806,680	39,551,318
	Toll Management System (TMS)		572,029,950		1,011,047,752	775,145,184
Subtotal			**1,363,933,290**		**2,594,854,432**	**814,696,502**
Bengaluru Traffic Information System (B-TIC)	Centre System (including Probe Car System)	557,546,250	271,476,000		1,100,498,250	**50,281,440**
	Queue Length Measurement System	63,640,500	0		63,640,500	
	Automatic Traffic Counter-Cum Classifier (ATCC) System	34,317,360	137,269,440		308,856,240	
	Variable Message Sign (VMS) System	42,124,005	238,702,695		519,529,395	
	Internet System	60,060,000	1,155,000		62,370,000	
Subtotal		**757,688,115**	**648,603,135**		**2,054,894,385**	
Area Traffic Signal Control System (ATCS)		**207,510,300**	**1,321,563,900**	**1,461,975,600**	**3,011,763,968**	**133,660,208**
Electronic Road Pricing (ERP) System			**0**	**928,524,288**	**928,524,288**	**72,822,288**
Clearinghouse for Common Smartcard			**389,620,800**		**779,241,600**	**10,890,000**
Grand Total		**965,198,415**	**3,723,721,125**	**2,390,499,888**	**7,079,419,428**	**1,082,350,438**

出典：調査団

ITS 工事の積算は、無償、円借款、インド政府予算の三区分に分けられ、このうち円借款の部分を本調査の積算対象とした。

ITS 工事の積算について、事業費積算 R(3)と調査団更新後の比較表を以下に示す。

表 7.3.44　　ITS 工事の積算比較表

Update by JICA Experts		Project Cost Estimate R(3) in DPR		Difference (X - Y) (INR)
item	Total Amount (X) (INR)	item	Total Amount (Y) (INR)	
E. Intelligent Transport System	**3,723,721,125**	**G. Intelligent Transport System**	**8,000,000,000**	**-4,276,278,875**
1. ITS for Peripheral Ring Road	1,363,933,290	1. PRR - ITS	1,464,000,000	-100,066,710
2. Bengaluru Traffic Information System (B-TIC)	648,603,135	2. Bangalor City - ITS	6,468,000,000	-4,108,212,165
3. Area Traffic Signal Control System (ATCS)	1,321,563,900			
4. Electronic Road Pricing (ERP) System	0			
5. Clearinghouse for Common Smartcard	389,620,800			
		3. Rounding Off	68,000,000	-68,000,000
Total	**3,723,721,125**	**Total**	**8,000,000,000**	**-4,276,278,875**

出典：調査団

7.3.3.3　運営維持管理費

(1)　土木施設の運営維持管理費

運営維持管理費は、1 年ごとの通常維持管理費と 5 年ごとの定期維持管理費で構成される。

土木施設の運営維持管理費は、NHA（National Highways Authority of India）発行の通達（NHA Letter No. NHAI/11033/CGM(Fin)/2011 dated 29 May 2011）に記載された公式で計算されていることが BDA へのヒアリングで確認できたため、これに準拠した。

- 通常維持管理： 70 万 Rs /km/year for 2010-11
- 定期維持管理： 450 万 Rs /km/5year for 2010-11

上記の公式は 4 車線事業を対象としたものであり、2 車線増加するごとに 150%の補正が必要となる。

運営維持管理費の基準年の補正は、通達に従い卸売物価指数を使用する。

以上により調査団が計算した運営維持管理費を事業費積算 R(3)と比較した一覧表を以下に示す。

表 7.3.45　　土木施設の運営維持管理費の積算比較表

Update by JICA Experts			Project Cost Estimate R(3) in DPR			Difference (INR)
item		Total Amount (INR)	item		Total Amount (INR)	
K1. Routine O & M (per 1 year)		**131,431,514**	**K1. Routine O & M (per 1 year)**		**75,205,843**	**56,225,670**
a. Roads	0.201	71,503,020	a. Roads		39,955,843	31,547,177
b. Structures	(Cr/Yr/Km)	59,928,494	b. Structures	(B+C) X 0.5%	35,250,000	24,678,494
K2. Periodic O & M (per 5 years)		**844,916,875**	**K2. Periodic O & M (per 5 years)**		**1,498,523,564**	**-653,606,690**
a. Roads	1.289	459,662,272	a. Roads		1,423,723,564	-964,061,292
b. Structures	(Cr/Yr/Km)	385,254,603	b. Structures	B X 2.0%	74,800,000	310,454,603

出典：調査団

(2) ITS 施設の運営維持管理費

調査団は、ITS マスタープラン調査における ITS 施設の運営維持管理費について、本調査にて見直した。

ITS 施設の運営維持管理費について事業費積算 R(3)と調査団更新後の積算比較表を以下に示す。

表 7.3.46　　ITS 施設の運営維持管理費の積算比較表

Update by JICA Experts		Project Cost Estimate R(3) in DPR			Difference (INR)
item	Total Amount (INR)	item		Total Amount (INR)	
K3. Routine O & M for ITS (per 1 year)	**1,082,350,438**	**K1. Routine O & M for ITS (per 1 year)**		**960,000,000**	**122,350,438**
1. ITS for Peripheral Ring Road	814,696,502	c. PRR ITS	(G1+G3) X 12%	183,840,000	630,856,502
2. Bengaluru Traffic Information System (B-TIC)	50,281,440	d. City ITS	G2 X 12%	776,160,000	-508,506,064
3. Area Traffic Signal Control System (ATCS)	133,660,208				
4. Electronic Road Pricing (ERP) System	72,822,288				
5. Clearinghouse for Common Smartcard	10,890,000				
Total	**1,082,350,438**	**Total**		**960,000,000**	**122,350,438**

出典：調査団

7.4 JICA 審査のための事業費積算構造

調査団は、BPRR の事業費積算を JICA 審査のための積算様式に組み替えた。

7.4.1 JICA 審査のための事業費積算構成

JICA 審査のための事業費積算構成を下表に示す。

表 7.4.1 JICA 審査のための事業費積算構成

Structure of Project Cost Estimate for JICA Appraisal			Structure of Project Cost Estimate R(3) in DPR	
Item		Total Amount million INR	Item	Total Amount million INR
A. ELIGIBLE PORTION				
I)	Procurement / Construction	38,018	A. Road Works, B. Structure Works, C. Earth Retaining Structures, F. Other Items of Work	37,557
i)	Package-1 (Section-1 : KM00+000-KM18+367)	8,797	A, B, C, F) Strech-1 (KM00+000-KM18+367)	7,604
ii)	Package-2 (Section-2 : KM18+367-KM36+323)	6,386	A, B, C, F) Strech-2 (KM18+367-KM36+323)	6,120
iii)	Package-3 (Section-3-1 : KM36+323-KM50+000)	7,611	A, B, C, F) Strech-3 (KM36+323-KM65+538)	10,648
iv)	Package-4 (Section3-2 : KM50+000-KM65+538)	7,623		
v)	Package-5 (ITS : BPRR & Bengaluru City)	3,724	G) ITS	8,000
vi)	Dispute Boards (Package-2&3)	0	-	
vii)	Dispute Boards (Package-1&4&5)	0	-	
	Base Cost for JICA Financing (i+ii+iii+iv+v+vi+vii)	34,140	Sub Total（A+B+C+F+G）	32,372
	Price Escalation	2,069	F-12) Price Escalation (a) for Year 2014-15	2,074
			F-12) Price Escalation (b) for Year 2015-16	2,074
	Physical Contingency	1,810	F-11) Contingency	1,037
II)	Consulting Services	2,995	F-7) Supervision Consultancy	604
	Consulting Services for Civil Works	1,780	a. PRR - Civil Construction	207
	Consulting Services for ITS Works	922	b. PRR - ITS Implementation	73
			c. City - ITS Implementation	323
	Base Cost	2,703	Sub Total (a+b+c)	604
	Price Escalation	150	-	0
	Physical Contingency	143	-	0
Total (I+II)		41,014	Total	38,161
B. NON ELIGIBLE PORTION				
a	Procurement / Construction	0	Procurement / Construction	0
	Base Cost for GoI Financing	0	-	0
	Price Escalation	0	-	0
	Physical Contingency	0	-	0
b	Consulting Services	161	Consulting Services	156
	Base Cost (Detailed Design by STUP)	152	F-8) Design Fee	156
			F-1) Preparatory works like Topography, Soil Investigation, Construction Material assessment & test. etc.	415
	Price Escalation	1	-	0
	Physical Contingency	8	-	0
c	Land Acquisition	81,000	Land Acquisisition Cost	57,500
	Base Cost	81,000	E) Land Acquistion Cost (excl Rehabilitation / resettlement cost)	53,800
			F-3) Rehabilitation and Resettlement Cost	3,700
	Price Escalation	0	-	0
	Physical Contingency	0	-	0
d	Administration Cost	104	F-9) Approvals	176
			A-10) Provision and Maintenance of Vehicles and Mobile	8
e	VAT	5,970	-	0
f	Import Tax	437	-	0
Total (a+b+c+d+e+f)		87,671	Total	57,839
TOTAL (A+B)		128,685	**TOTAL**	96,000
C. Interest during Construction		553	-	0
	Interest during Construction(Const.)	537	-	0
	Interest during Construction (Consul.)	16	-	0
D. Front End Fee		82	-	0
GRAND TOTAL (A+B+C+D)		129,320	GRAND TOTAL	96,000
E. JICA Finance Portion (A)		41,014		38,161

出典：調査団

7.4.2 JICA 審査の条件

JICA 審査のための条件を以降で説明する。

7.4.2.1 JICA 審査のための前提条件

JICA より提示された円借款審査のための前提条件一覧を以下に示す。

表 7.4.2 JICA 審査のための前提条件

項目	前提条件
為替レート	USD = JPY 120.7
	USD = INR 63.8
	INR = JPY 1.89
物価上昇率	外貨 (JPY)：1.8%
	内貨 (INR)：1.3%
物理的予備比率	建設費：5.0%
	コンサルタント費：5.0%
積算基準年	2015 年 7 月
コンサルタントの請求金額	専門家(A)：JPY 3,049,000
	専門家(B)：INR 320,000
	補助要員：INR 80,000
事業管理費率	0.085%
建中金利比率	建設費：0.3%
	コンサルタント費 0.1%
先取り手数料比率	0.2%

出典：調査団

7.4.2.2 事業実施工程

事業実施工程については、「第 6 章 事業実施工程」に準拠する。

7.4.2.3 工区分け

調査団は、第 6 章で述べた事業実施工程に基づき工区分けを行った。

DPR における工区分けは国道交差点にて 3 区分としているが、第 3 工区の事業規模が他工区と比べて大きいため、調査団は第 3 工区を 2 分割した。（工区名を Section 3-1、 Section 3-2 とした。）

第 3 工区を 2 分割するに当たっては、以下の内容を考慮した。

- 工事費の高い Chennai ROB と Hosur ROB は分割させた。
- 切土・盛土が小さくなる地点を選定した。

以上により分割した工区分け一覧を下表に示す。

表 7.4.3　　工区分け一覧表

工区名	測点	区間距離(km)
Section 1	KM 0.000 (Tumkur Road) - KM 18.367 (Bellary Road)	18.367
Section 2	KM 18.367 (Bellary Road) - KM 36.323 (Old Madras Road)	17.956
Section 3-1	KM 36.323 (Old Madras Road) - KM 50.000	13.677
Section 3-2	KM 50.000 - KM 65.538 (Hosur Road)	15.538

出典：調査団

7.4.2.4　コンサルタント費

調査団は、下表の通りコンサルタント費を積み上げた。

表 7.4.4　　土木工事及び ITS 工事のコンサルタント費内訳表

Description	Unit	Qty.	Foreign Portion		Local Portion		Combined Total	
			JPY		INR			
			Rate	Amount	Rate	Amount	JPY	INR
A Remuneration								
1 Professional (A)	M/M	499	3,049,000	1,521,451,000	0	0	1,521,451,000	804,213,536
2 Professional (B)	M/M	4538	0	0	320,000	1,452,160,000	2,747,268,213	1,452,160,000
3 Supporting Staffs	M/M	1374	0	0	80,000	109,920,000	207,952,100	109,920,000
Subtotal of A				1,521,451,000		1,562,080,000	4,476,671,313	2,366,293,536
B Direct Cost								
1 International Airfare	Trip	41.58	400,000	16,633,333		0	16,633,333	8,792,102
2 Domestic Travel (Bengaluru<>Delhi)		20		0	25,000	500,000	945,925	500,000
3 Accommodation Allowance	Month	499		0	127,600	63,672,400	120,458,600	63,672,400
	Month	4538		0	20,000	90,760,000	171,704,263	90,760,000
	Month	1374		0	20,000	27,480,000	51,988,025	27,480,000
4 Vehicle Rental	Month	1679		0	55,000	92,345,000	174,702,845	92,345,000
5 Office Rental (Core Office)	M/M	60		0	100,000	6,000,000	11,351,097	6,000,000
Office Rental (Section 1 Office)	M/M	36		0	50,000	1,800,000	3,405,329	1,800,000
Office Rental (Section 2 Office)	M/M	36		0	50,000	1,800,000	3,405,329	1,800,000
Office Rental (Section 3-1 Office)	M/M	36		0	50,000	1,800,000	3,405,329	1,800,000
Office Rental (Section 3-2 Office)	M/M	36		0	50,000	1,800,000	3,405,329	1,800,000
6 International Communications	M/M	204		0	10,000	2,040,000	3,859,373	2,040,000
7 Domestic Communications	M/M	204		0	20,000	4,080,000	7,718,746	4,080,000
8 Office Supplies, Utilities, Communication (Core Office)	month	60		0	40,000	2,400,000	4,540,439	2,400,000
Office Supplies, Utilities, Communication (Section 1 Office)	month	36		0	40,000	1,440,000	2,724,263	1,440,000
Office Supplies, Utilities, Communication (Section 2 Office)	month	36		0	40,000	1,440,000	2,724,263	1,440,000
Office Supplies, Utilities, Communication (Section 3-1 Office)	month	36		0	40,000	1,440,000	2,724,263	1,440,000
Office Supplies, Utilities, Communication (Section 3-2 Office)	month	36		0	40,000	1,440,000	2,724,263	1,440,000
9 Office Furniture and Equipment (Core Office)	LS	1		0	1,000,000	1,000,000	1,891,850	1,000,000
Office Furniture and Equipment (Section 1 Office)	LS	1		0	1,000,000	1,000,000	1,891,850	1,000,000
Office Furniture and Equipment (Section 2 Office)	LS	1		0	1,000,000	1,000,000	1,891,850	1,000,000
Office Furniture and Equipment (Section 3-1 Office)	LS	1		0	1,000,000	1,000,000	1,891,850	1,000,000
Office Furniture and Equipment (Section 3-2 Office)	LS	1		0	1,000,000	1,000,000	1,891,850	1,000,000
10 Report Preparation	Month	60		0	50,000	3,000,000	5,675,549	3,000,000
11 Overseas Training Cost	LS	1	4,100,000	4,100,000	1,300,000	1,300,000	6,559,404	3,467,191
12 Hotel Cost during DLP								
13 Survey	Ns	280			50,000	14,000	26,486	14,000,000
Subtotal of B				20,733,333		325,537,400	636,601,110	336,496,693
Total				1,542,184,333		1,887,617,400	5,113,272,424	2,702,790,229

出典：調査団

表 7.4.5　　土木工事のコンサルタント費内訳表

Description	Unit	Qty.	Foreign Portion		Local Portion		Combined Total	
			JPY		INR			
			Rate	Amount	Rate	Amount	JPY	INR
A Remuneration								
1 Professional (A)	M/M	248	3,049,000	756,152,000	0	0	756,152,000	399,689,292
2 Professional (B)	M/M	3393	0	0	320,000	1,085,760,000	2,054,094,545	1,085,760,000
3 Supporting Staffs	M/M	993	0	0	80,000	79,440,000	150,288,527	79,440,000
Subtotal of A				756,152,000		1,165,200,000	2,960,535,072	1,564,889,292
B Direct Cost								
1 International Airfare	Trip	20.67	400,000	8,266,667		0	8,266,667	4,369,622
2 Domestic Travel (Bengaluru<>Delhi)		14.46		0	25,000	361,425	683,763	361,425
3 Accommodation Allowance	Month	248		0	127,600	31,644,800	59,867,200	31,644,800
	Month	3393		0	20,000	67,860,000	128,380,909	67,860,000
	Month	993		0	20,000	19,860,000	37,572,132	19,860,000
4 Vehicle Rental	Month	877		0	55,000	48,235,000	91,253,362	48,235,000
5 Office Rental (Core Office)	M/M	43		0	100,000	4,300,000	8,134,953	4,300,000
Office Rental (Section 1 Office)	M/M	26		0	50,000	1,300,000	2,459,404	1,300,000
Office Rental (Section 2 Office)	M/M	26		0	50,000	1,300,000	2,459,404	1,300,000
Office Rental (Section 3-1 Office)	M/M	26		0	50,000	1,300,000	2,459,404	1,300,000
Office Rental (Section 3-2 Office)	M/M	26		0	50,000	1,300,000	2,459,404	1,300,000
6 International Communications	M/M	147		0	10,000	1,470,000	2,781,019	1,470,000
7 Domestic Communications	M/M	147		0	20,000	2,940,000	5,562,038	2,940,000
8 Office Supplies, Utilities, Communication (Core Office)	month	43		0	40,000	1,720,000	3,253,981	1,720,000
Office Supplies, Utilities, Communication (Section 1 Office)	month	26		0	40,000	1,040,000	1,967,524	1,040,000
Office Supplies, Utilities, Communication (Section 2 Office)	month	26		0	40,000	1,040,000	1,967,524	1,040,000
Office Supplies, Utilities, Communication (Section 3-1 Office)	month	26		0	40,000	1,040,000	1,967,524	1,040,000
Office Supplies, Utilities, Communication (Section 3-2 Office)	month	26		0	40,000	1,040,000	1,967,524	1,040,000
9 Office Furniture and Equipment (Core Office)	LS	1		0	1,000,000	1,000,000	1,891,850	1,000,000
Office Furniture and Equipment (Section 1 Office)	LS	1		0	1,000,000	1,000,000	1,891,850	1,000,000
Office Furniture and Equipment (Section 2 Office)	LS	1		0	1,000,000	1,000,000	1,891,850	1,000,000
Office Furniture and Equipment (Section 3-1 Office)	LS	1		0	1,000,000	1,000,000	1,891,850	1,000,000
Office Furniture and Equipment (Section 3-2 Office)	LS	1		0	1,000,000	1,000,000	1,891,850	1,000,000
10 Report Preparation	Month	43		0	50,000	2,150,000	4,067,476	2,150,000
11 Overseas Training Cost	LS	1	2,000,000	2,000,000	970,000	970,000	3,835,094	2,027,167
12 Hotel Cost during DLP								
13 Survey	Ns	280			50,000	14,000,000	26,485,893	14,000,000
Subtotal of B				10,266,667		209,871,225	407,311,446	215,298,014
Total				766,418,667		1,375,071,225	3,367,846,518	1,780,187,306

出典：調査団

表 7.4.6 ITS 工事のコンサルタント費内訳表

Description	Unit	Qty.	Foreign Portion JPY Rate	Foreign Portion JPY Amount	Local Portion INR Rate	Local Portion INR Amount	Combined Total JPY	Combined Total INR
A Remuneration								
1 Professional (A)	M/M	251	3,049,000	765,299,000	0	0	765,299,000	404,524,244
2 Professional (B)	M/M	1145	0	0	320,000	366,400,000	693,173,668	366,400,000
3 Supporting Staffs	M/M	381	0	0	80,000	30,480,000	57,663,574	30,480,000
Subtotal of A				765,299,000		396,880,000	1,516,136,241	801,404,244
B Direct Cost								
1 International Airfare	Trip	20.92	400,000	8,366,667		0	8,366,667	4,422,480
2 Domestic Travel (Bengaluru<>Delhi)		5.54		0	25,000	138,575	262,162	138,575
3 Accommodation Allowance	Month	251		0	127,600	32,027,600	60,591,400	32,027,600
	Month	1145		0	20,000	22,900,000	43,323,354	22,900,000
	Month	381		0	20,000	7,620,000	14,415,893	7,620,000
4 Vehicle Rental	Month	802		0	55,000	44,110,000	83,449,483	44,110,000
5 Office Rental (Core Office)	M/M	17		0	100,000	1,700,000	3,216,144	1,700,000
Office Rental (Section 1 Office)	M/M	10		0	50,000	500,000	945,925	500,000
Office Rental (Section 2 Office)	M/M	10		0	50,000	500,000	945,925	500,000
Office Rental (Section 3-1 Office)	M/M	10		0	50,000	500,000	945,925	500,000
Office Rental (Section 3-2 Office)	M/M	10		0	50,000	500,000	945,925	500,000
6 International Communications	M/M	57		0	10,000	570,000	1,078,354	570,000
7 Domestic Communications	M/M	57		0	20,000	1,140,000	2,156,708	1,140,000
8 Office Supplies, Utilities, Communication (Core Office)	month	17		0	40,000	680,000	1,286,458	680,000
Office Supplies, Utilities, Communication (Section 1 Office)	month	10		0	40,000	400,000	756,740	400,000
Office Supplies, Utilities, Communication (Section 2 Office)	month	10		0	40,000	400,000	756,740	400,000
Office Supplies, Utilities, Communication (Section 3-1 Office)	month	10		0	40,000	400,000	756,740	400,000
Office Supplies, Utilities, Communication (Section 3-2 Office)	month	10		0	40,000	400,000	756,740	400,000
9 Office Furniture and Equipment (Core Office)	LS	0		0	1,000,000	0	0	0
Office Furniture and Equipment (Section 1 Office)	LS	0		0	1,000,000	0	0	0
Office Furniture and Equipment (Section 2 Office)	LS	0		0	1,000,000	0	0	0
Office Furniture and Equipment (Section 3-1 Office)	LS	0		0	1,000,000	0	0	0
Office Furniture and Equipment (Section 3-2 Office)	LS	0		0	1,000,000	0	0	0
10 Report Preparation	Month	17		0	50,000	850,000	1,608,072	850,000
11 Overseas Training Cost	LS	1	2,100,000	2,100,000	330,000	330,000	2,724,310	1,440,025
12 Hotel Cost during DLP								
13 Survey	Ns	0			50,000	0	0	0
Subtotal of B				10,466,667		115,666,175	229,289,665	121,198,679
Total				775,765,667		512,546,175	1,745,425,906	922,602,923

出典：調査団

7.4.2.5　建設業者の入札方法

建設業者の入札方法は、国際競争入札を想定した。

7.4.2.6　建設資機材の調達

調査団は、建設資機材の調達について DULT・BDA・STUP に確認し、土木工事に係る建設資機材のほとんどはインド国内生産であり国内調達が可能であると確認できた。

ITS 工事に係る資機材については、高度信号制御システム、ETC レーンコントロールシステム、ETC アンテナはインド国外からの輸入が必要であり、その他資機材はインド国内調達が可能であると確認できた。

7.4.2.7　内貨・外貨の仕分け

BPRR 事業は JICA の円借款事業であるため、外貨は日本円、内貨はインドルピーを適用した。

(1)　直接費

土木工事に係る資機材費は、内貨にて積算した。

ITS 工事の輸入資機材は外貨とし、その他の資機材は内貨とした。

(2)　間接費

建設業者の入札が国際競争入札であることを踏まえ、間接費を内貨・外貨に仕分けた。

間接比の内・外貨仕分けについて基本的な考え方を以下に示す。

- 図 7.4.1 に示す KPWD SR 2014-2015 の総則を見ると、各単価には一般管理費 10%、現場管理費 10% が含まれている。

5.	The rates for finished items of works indicated in the Schedule of rates are inclusive of lead, lift, 10% contractors profit, 10% over head charges, loading and unloading charges. Extra lead, loading and unloading charges shall not be added except otherwise mentioned in specific cases.

出典: KPWD SR 2014-2015 Bangalore Circle

図 7.4.1　　KPWD SR 2014-2015 総則の抜粋

- 一般管理費は、外国籍企業の本社経費であるため、全て外貨とした。
- 現場管理費は、外国人労務者の報酬及び渡航費、またインド人労務者の報酬であるため、外貨：内貨＝50%：50%で仕分けた。

内貨・外貨に仕分け後の各工区別の工事費積算内訳を以下に示す。

表 7.4.7　　Section 1 の建設費積算内訳表

Package-1 (Section-1 : KM00+000-KM18+367)				
item	Cost		Total	
	Foreign	Local		
	JPY	INR	JPY	INR
A. Road Works	**1,203,244,814**	**3,604,085,405**	**8,021,632,093**	**4,240,100,476**
1. Site Clearance	1,496,385	4,482,128	9,975,897	5,273,092
2. Earthwork	181,438,744	543,464,407	1,209,591,627	639,369,890
3. Pavement	633,004,877	1,896,042,776	4,220,032,512	2,230,638,560
4. Drainage	116,904,226	350,163,833	779,361,510	411,957,451
5. Road Furniture	78,370,761	234,744,346	522,471,741	276,169,818
6. Intersections and Entry/Exit Ramps	16,837,986	50,434,906	112,253,239	59,335,184
7. Toll Plaza	155,439,994	465,590,217	1,036,266,627	547,753,196
8. Arboriculture	3,287,411	9,846,799	21,916,074	11,584,470
9. Highway Lighting	13,110,880	39,271,085	87,405,864	46,201,277
10. Other Items	3,200,026	9,585,056	21,333,510	11,276,536
11. Maintenance during Construction	153,524	459,851	1,023,493	541,001
B. Structure Works	**636,946,928**	**1,907,850,423**	**4,246,312,855**	**2,244,529,910**
12. Culvert	26,903,688	80,584,757	179,357,923	94,805,596
13. Vehicular Underpass	41,264,125	123,598,648	275,094,169	145,410,174
14. Pedestrian Underpass	13,441,611	40,261,727	89,610,739	47,366,737
15. Minor Bridge	0	0	0	0
16. Railway Under Bridge	137,173,460	410,876,374	914,489,735	483,383,969
17a. Bridge Structures	236,100,267	707,192,350	1,574,001,782	831,991,000
20. Underpass along PRR	42,680,627	127,841,504	284,537,516	150,401,769
22. Underpass along Cross road	0	0	0	0
23. Flyover along Cross road (Exclude bridge structure)	139,383,148	417,495,064	929,220,989	491,170,664
C. Earth Rtaining Structures	**421,652,750**	**1,262,978,658**	**2,811,018,330**	**1,485,857,245**
24. RCC Wall	145,166,182	434,817,015	967,774,547	511,549,429
25. RE Wall	276,486,567	828,161,643	1,843,243,783	974,307,816
D. Other Works	**0**	**826,312,523**	**1,563,258,959**	**826,312,523**
1. Environmental Mitigation Plan	0	25,278,516	47,823,149	25,278,516
2. Capacity Building	0	23,911,463	45,236,890	23,911,463
3. Shifting of Utilities after LA	0	398,524,382	753,948,164	398,524,382
4. Safety & Occupational Health, Risc Coverage	0	378,598,162	716,250,756	378,598,162
Total	**2,261,844,492**	**7,601,227,010**	**16,642,222,236**	**8,796,800,155**

出典：調査団

表 7.4.8　　Section 2 の建設費積算内訳表

Package-2 (Section-2 : KM18+367-KM36+323)				
item	Cost		Total	
	Foreign	Local		
	JPY	INR	JPY	INR
A. Road Works	**1,092,819,475**	**3,273,327,817**	**7,285,463,166**	**3,850,973,902**
1. Site Clearance	1,892,508	5,668,638	12,616,717	6,668,985
2. Earthwork	105,361,285	315,589,200	702,408,564	371,281,411
3. Pavement	622,718,118	1,865,230,794	4,151,454,118	2,194,389,169
4. Drainage	124,921,762	374,178,800	832,811,748	440,210,353
5. Road Furniture	86,233,589	258,295,915	574,890,594	303,877,547
6. Intersections and Entry/Exit Ramps	8,449,644	25,309,263	56,330,961	29,775,603
7. Toll Plaza	125,391,621	375,586,169	835,944,138	441,866,081
8. Arboriculture	3,212,511	9,622,451	21,416,740	11,320,530
9. Highway Lighting	11,242,737	33,675,427	74,951,578	39,618,150
10. Other Items	3,200,026	9,585,056	21,333,510	11,276,536
11. Maintenance during Construction	195,675	586,106	1,304,499	689,536
B. Structure Works	**223,024,403**	**668,026,145**	**1,486,829,351**	**785,913,112**
12. Culvert	24,273,850	72,707,587	161,825,665	85,538,338
13. Vehicular Underpass	26,551,509	79,529,871	177,010,058	93,564,554
14. Pedestrian Underpass	3,369,303	10,092,092	22,462,023	11,873,049
15. Minor Bridge	0	0	0	0
16. Railway Under Bridge	0	0	0	0
17a. Bridge Structures	95,304,096	285,464,850	635,360,638	335,841,000
20. Underpass along PRR	21,712,812	65,036,497	144,752,078	76,513,526
22. Underpass along Cross road	0	0	0	0
23. Flyover along Cross road (Exclude bridge structure)	51,812,833	155,195,248	345,418,890	182,582,644
C. Earth Rtaining Structures	**324,373,308**	**971,597,045**	**2,162,488,720**	**1,143,055,347**
24. RCC Wall	160,518,137	480,800,806	1,070,120,915	565,648,007
25. RE Wall	163,855,171	490,796,239	1,092,367,805	577,407,340
D. Other Works	**0**	**605,597,064**	**1,145,698,521**	**605,597,064**
1. Environmental Mitigation Plan	0	24,712,857	46,753,006	24,712,857
2. Capacity Building	0	17,339,827	32,804,344	17,339,827
3. Shifting of Utilities after LA	0	288,997,118	546,739,062	288,997,118
4. Safety & Occupational Health, Risc Coverage	0	274,547,262	519,402,109	274,547,262
Total	**1,640,217,186**	**5,518,548,070**	**12,080,479,758**	**6,385,539,424**

出典：調査団

表 7.4.9　　Section 3-1 の建設費積算内訳表

Package-3 (Section-3-1 : KM36+323-KM50+000)				
item	Cost		Total	
	Foreign	Local		
	JPY	INR	JPY	INR
A. Road Works	**884,266,528**	**2,648,648,098**	**5,895,110,186**	**3,116,056,586**
1. Site Clearance	1,259,566	3,772,784	8,397,106	4,438,570
2. Earthwork	155,555,067	465,934,895	1,037,033,778	548,158,700
3. Pavement	462,194,655	1,384,414,036	3,081,297,697	1,628,722,395
4. Drainage	91,886,631	275,228,500	612,577,540	323,798,235
5. Road Furniture	61,683,663	184,761,394	411,224,419	217,366,346
6. Intersections and Entry/Exit Ramps	4,005,550	11,997,843	26,703,664	14,115,110
7. Toll Plaza	96,230,134	288,238,619	641,534,230	339,104,257
8. Arboriculture	2,428,971	7,275,510	16,193,141	8,559,423
9. Highway Lighting	7,908,130	23,687,264	52,720,869	27,867,369
10. Other Items	1,045,772	3,132,405	6,971,810	3,685,182
11. Maintenance during Construction	68,390	204,849	455,933	240,999
B. Structure Works	**859,605,134**	**2,574,779,696**	**5,730,700,891**	**3,029,152,584**
12. Culvert	19,891,951	59,582,462	132,613,004	70,097,015
13. Vehicular Underpass	24,432,324	73,182,268	162,882,163	86,096,785
14. Pedestrian Underpass	3,158,481	9,460,615	21,056,541	11,130,135
15. Minor Bridge	23,166,122	69,389,606	154,440,816	81,634,831
16. Railway Under Bridge	0	0	0	0
17a. Bridge Structures	755,243,974	2,262,186,175	5,034,959,825	2,661,395,500
20. Underpass along PRR	0	0	0	0
22. Underpass along Cross road	33,712,281	100,978,570	224,748,542	118,798,318
23. Flyover along Cross road (Exclude bridge structure)	0	0	0	0
C. Earth Rtaining Structures	**213,792,296**	**640,373,168**	**1,425,281,973**	**753,380,198**
24. RCC Wall	61,201,442	183,316,997	408,009,616	215,667,055
25. RE Wall	152,590,854	457,056,172	1,017,272,357	537,713,143
D. Other Works	**0**	**712,131,897**	**1,347,246,395**	**712,131,897**
1. Environmental Mitigation Plan	0	18,823,666	35,611,543	18,823,666
2. Capacity Building	0	20,695,768	39,153,279	20,695,768
3. Shifting of Utilities after LA	0	344,929,468	652,554,653	344,929,468
4. Safety & Occupational Health, Risc Coverage	0	327,682,995	619,926,920	327,682,995
				0
Total	**1,957,663,958**	**6,575,932,859**	**14,398,339,445**	**7,610,721,264**

出典：調査団

表 7.4.10　　Section 3-2 の建設費積算内訳表

Package-4 (Section3-2 : KM50+000-KM65+538)				
item	Cost		Total	
	Foreign	Local		
	JPY	INR	JPY	INR
A. Road Works	**976,739,461**	**2,925,632,752**	**6,511,596,407**	**3,441,920,884**
1. Site Clearance	1,404,599	4,207,203	9,363,993	4,949,650
2. Earthwork	176,721,175	529,333,848	1,178,141,167	622,745,704
3. Pavement	525,085,299	1,572,790,707	3,500,568,658	1,850,342,008
4. Drainage	104,386,030	312,668,016	695,906,870	367,844,725
5. Road Furniture	69,826,380	209,151,318	465,509,203	246,060,374
6. Intersections and Entry/Exit Ramps	4,544,613	13,612,502	30,297,419	16,014,708
7. Toll Plaza	80,402,659	240,830,500	536,017,727	283,330,000
8. Arboriculture	2,758,154	8,261,513	18,387,693	9,719,427
9. Highway Lighting	8,763,470	26,249,268	58,423,136	30,881,492
10. Other Items	2,769,257	8,294,771	18,461,716	9,758,554
11. Maintenance during Construction	77,824	233,106	518,825	274,242
B. Structure Works	**862,713,528**	**2,584,090,284**	**5,751,423,517**	**3,040,106,217**
12. Culvert	22,592,536	67,671,540	150,616,906	79,613,576
13. Vehicular Underpass	27,751,278	83,123,548	185,008,523	97,792,409
14. Pedestrian Underpass	3,574,634	10,707,121	23,830,896	12,596,613
15. Minor Bridge	26,324,552	78,850,068	175,497,016	92,764,786
16. Railway Under Bridge	0	0	0	0
17a. Bridge Structures	676,042,545	2,024,953,725	4,506,950,297	2,382,298,500
20. Underpass along PRR	20,902,867	62,610,466	139,352,447	73,659,371
22. Underpass along Cross road	33,712,281	100,978,570	224,748,542	118,798,318
23. Flyover along Cross road (Exclude bridge structure)	51,812,833	155,195,248	345,418,890	182,582,644
C. Earth Rtaining Structures	**120,652,892**	**361,392,230**	**804,352,611**	**425,167,329**
24. RCC Wall	69,525,654	208,250,550	463,504,358	245,000,647
25. RE Wall	51,127,238	153,141,680	340,848,253	180,166,682
D. Other Works	**0**	**715,558,002**	**1,353,728,069**	**715,558,002**
1. Environmental Mitigation Plan	0	21,384,961	40,457,129	21,384,961
2. Capacity Building	0	20,721,583	39,202,118	20,721,583
3. Shifting of Utilities after LA	0	345,359,722	653,368,627	345,359,722
4. Safety & Occupational Health, Risc Coverage	0	328,091,735	620,700,195	328,091,735
				0
Total	**1,960,105,880**	**6,586,673,267**	**14,421,100,604**	**7,622,752,432**

出典：調査団

表 7.4.11　　ITS の建設費積算内訳表

Package-5 (ITS : BPRR & Bengaluru City)				
item	Cost		Total	
	Foreign	Local		
	JPY	INR	JPY	INR
E. Intelligent Transport System				
1. ITS for Peripheral Ring Road	255,645,960	1,228,803,114	2,580,356,553	1,363,933,290
2. Bengaluru Traffic Information System (B-TIC)	0	648,603,135	1,227,059,536	648,603,135
3. Area Traffic Signal Control System (ATCS)	2,500,200,043	0	2,500,200,043	1,321,563,900
4. Electronic Road Pricing (ERP) System	0	0	0	0
5. Clearinghouse for Common Smartcard	0	389,620,800	737,103,927	389,620,800
Total	**2,755,846,003**	**2,267,027,049**	**7,044,720,059**	**3,723,721,125**

出典：調査団

7.4.2.8　物価上昇

物価上昇は、事業実施期間中の各年度に建設費・コンサルタント費・用地補償費に対して加算し、物価上昇率は以下に示す算式で求める。

((1 + A) ^ (B - C))-1

A: 基準比率 (F/C: 1.8%, L/C: 1.3%)

B: 対象年度

C: 基準年 (2015)

上記にて計算された年度別の物価上昇率一覧を以下に示す。

表 7.4.12　　年度別物価上昇率一覧表

通貨区分	物価上昇率							
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
外貨	1.8%	3.6%	5.5%	7.4%	9.3%	11.3%	13.3%	15.3%
内貨	1.3%	2.6%	4.0%	5.3%	6.7%	8.1%	9.5%	10.9%

出典：調査団

7.4.2.9　物理的予備費

物理的予備費は、建設費・コンサルタント費・用地補償費・物価上昇に対して加算し、比率は JICA 審査の前提条件より 5%とした。

7.4.2.10 実施機関の運営管理費

実施機関の運営管理費は、建設費・コンサルタント費・用地補償費・物価上昇・物理的予備費に対して加算し、比率は JICA 審査の前提条件より 3%とした。

SI. No. F-9 Approvals と SI. No. A-10 other Items の Item No. 10.01 から 10.03 は、運営管理費に含まれる。

7.4.2.11 付加価値税

付加価値税は、建設費・コンサルタント費・物価上昇・物理的予備費に対して課税し、税率は Karnataka Value Added TAX Act, 2013 より一般比率の 14.5%を採用した。

7.4.2.12 関税

関税は Customs Tariff 2013-14 より基本関税を参照し、JETRO のウェブページに記載された計算方法にて算定した。

関税は、ITS の輸入資機材に対して課税し、税率は表 7.4.13 に示す計算結果より 26.4%を採用した。

表 7.4.13　　ITS 資機材の関税計算

Basic Custom Duty				
Tariff Items		Import TAX (%)	Reference	
8530	Electrical signalling, safety or traffic control equipment for roads	7.5	Customs Tariff 2013-2014 (Central Board of Excise and Customs)	Chapter 85
Reference: Customs Tariff 2013-14 by Central Board of Excise and Customs, Department of Revenue, Ministry of Finance				

Calculation of Import TAX			
Item	Rate(%)	Cost	Remarks
a. Imports		100.00	
b. Basic Custom Duty	7.50	7.50	a * 10.0%
c. Sub Total		107.50	a + b
d. Additional Duty	12.5	13.44	c * 12.5%
e. Education Cess	3.0	0.63	(b + d) * 3.0%
f. Sub Total		121.57	c + d + e
g. Special Additional Duty	4.0	4.86	f * 4.0%
h. Total		126.43	f + g
Priority Rate of Duty	26.43		h − a
Reference: Web site of JETRO (Japan External Trade Organization)			

出典：調査団

7.5　事業費積算 R(4)との比較（参考）

本章 7.3.3.1 (4) にて既に述べたが、2015 年 7 月 6 日に DULT・BDA より事業費積算 R(4)の提供を受けた。

本調査では事業費積算 R(3)をレビュー対象としてきたが、参考までに調査団が更新した積算と事業費積算 R(4)の総括表を比較した。以下に比較表を示すが、あくまでも参考扱いとする。

表 7.5.1　　事業費積算 R(4)との積算比較表（参考）

Update by JICA Experts		Project Cost Estimate R(4) in DPR		Difference X - Y (INR)
item	Total Amount (X) (INR)	Item	Total Amount (Y) (INR)	
Construction Cost for Civil Works				
A. Road Works	**14,649,051,849**	**A. Road Works**	**14,880,000,000**	**-230,948,151**
1. Site Clearance	21,330,297	1. Site Clearance	23,005,418	-1,675,121
2. Earthwork	2,181,555,705	2. Earthwork	2,494,931,844	-313,376,139
3. Pavement	7,904,092,133	3. Pavement	8,494,042,167	-589,950,035
4. Drainage	1,543,810,764	4. Drainage	1,624,392,826	-80,582,062
5. Road Furniture	1,043,474,085	5. Road Furniture	1,057,696,492	-14,222,407
6. Intersections and Entry/Exit Ramps	119,240,605	6. Intersections and Entry/Exit Ramps	127,823,118	-8,582,513
7. Toll Plaza	1,612,053,535	7. Toll Plaza	760,143,006	851,910,528
8. Arboriculture	41,183,850	8. Arboriculture	42,083,952	-900,102
9. Highway Lighting	144,568,287	9. Highway Lighting	216,470,505	-71,902,218
10. Other Items	35,996,809	10. Other Items	28,121,120	7,875,689
11. Maintenance during Construction	1,745,778	11. Maintenance during Construction	2,308,833	-563,054
		12. Rounding Off	8,980,719	-8,980,719
B. Structure Works	**9,099,701,822**	**B. Structure Works**	**5,909,999,999**	**3,189,701,823**
12. Culvert	330,054,525	13. Culvert	347,026,485	-16,971,960
13. Vehicular Underpass	422,863,923	14. Vehicular Underpass	444,510,788	-21,646,865
14. Pedestrian Underpass	82,966,534	15. Pedestrian Underpass	87,084,794	-4,118,260
15. Minor Bridge	174,399,616	16. Minor Bridge	182,975,458	-8,575,842
16. Railway Under Bridge	483,383,969	17. Railway Under Bridge	507,815,476	-24,431,507
17a. Bridge Structures	6,211,526,000	18. Railway Over Bridge	1,178,048,907	3,339,308,564
		19. Pedestrian Overpass	478,950,944	
		20. Vehicular Overpass	323,204,602	
		22. Flyovers along PRR	647,721,983	
		21. Underpass along PRR (Bridge Structure of Cross Road)	244,291,000	
20. Underpass along PRR	300,574,666	21. Underpass along PRR (Exclede Bridge Structure of Cross Road)	316,160,391	-15,585,724
22. Underpass along Cross road	237,596,636	23. Underpass along Cross road	246,968,150	-9,371,514
23. Flyover along Cross road (Exclude bridge structure)	856,335,952	24. Flyover along Cross road	886,125,614	-29,789,662
		25. Rounding Off	19,115,407	-19,115,407
C. Earth Rtaining Structures	**3,807,460,118**	**C. Earth Rtaining Structures**	**3,280,000,000**	**527,460,118**
24. RCC Wall	1,537,865,137	26. RCC Wall	1,608,913,943	-71,048,806
25. RE Wall	2,269,594,981	27. RE Wall	1,654,371,043	615,223,938
		28. Rounding Off	16,715,014	-16,715,014
D. Other Works	**2,859,599,486**	**E. Other Items of Work**	**2,511,570,000**	**348,029,486**
1. Environmental Mitigation Plan	90,200,000	1. Environmental Mitigation Plan	90,200,000	0
2. Capacity Building (A+B+C) X 0.30%	82,668,641	2. Capacity Building (A+B+C) X 0.30%	72,210,000	10,458,641
3. Shifting of Utilities after LA (A+B+C) X 5.00%	1,377,810,689	3. Shifting of Utilities after LA (A+B+C) X 5.00%	1,203,500,000	174,310,689
4. Safety & Occupational Health, Risc Coverage (A+B+C) X 4.75%	1,308,920,155	8. Safety & Occupational Health, Risc Coverage (A+B+C) X 4.75%	1,143,325,000	165,595,155
		13. Rounding Off	2,335,000	-2,335,000
Sub Total (Civil Works)	**30,415,813,275**	**Sub Total (Civil Works)**	**26,581,569,999**	**3,834,243,276**
Construction Cost for ITS				
E. Intelligent Transport System	**3,723,721,125**	**F. Intelligent Transport System**	**8,000,000,000**	**-4,276,278,875**
1. ITS for Peripheral Ring Road	1,363,933,290	1. PRR - ITS	1,464,000,000	-100,066,710
2. Bengaluru Traffic Information System (B-TIC)	648,603,135	2. Bangalor City - ITS	6,468,000,000	-4,108,212,165
3. Area Traffic Signal Control System (ATCS)	1,321,563,900			
4. Electronic Road Pricing (ERP) System	0			
5. Clearinghouse for Common Smartcard	389,620,800			
		3. Rounding Off	68,000,000	-68,000,000
Sub Total (ITS Works)	**3,723,721,125**	**Sub Total (ITS Works)**	**8,000,000,000**	**-4,276,278,875**
Grand Total (Civil Works & ITS Works)	**34,139,534,400**	**Grand Total (Civil Works & ITS Works)**	**34,581,569,999**	**-442,035,599**

出典：調査団

8 章　経済・財務評価

8.1　経済評価

経済分析は、詳細事業レポートにて実施されていたが、以下に示す問題点がみられた。

- 事業費は、建設費のみで有り、土地収用費が含まれていなかった。この BPPR 事業は、"Green Field"事業で有り、よって土地収用費は事業費に含めるべきである。
- 車両運行費（VOC）のみが便益として計算している。旅行時間費短縮が記載されていなかった。本事業は高規格道路であり、旅行時間費（TTC）の短縮が極めて大きい。そのため、旅行時間費短縮は、本事業で十分に考慮すべきである。

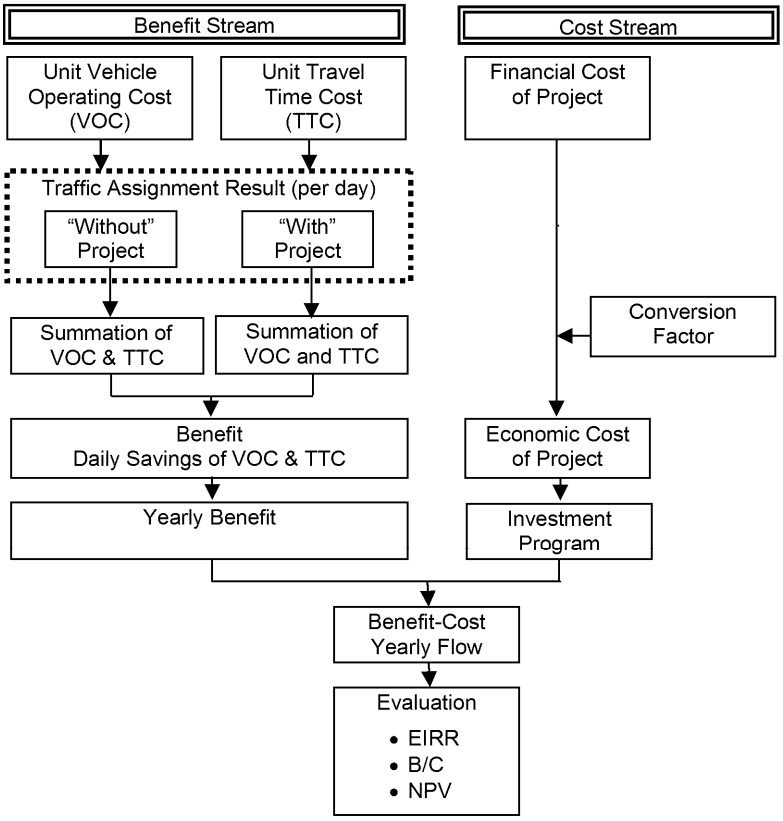
また、BPRR 事業費及び利用交通の推計が調査団によってレビューされたことから経済分析もまた、見直しを行った。

8.1.1　方法論

経済分析は、提案する事業の建設・運営がフィージブル（妥当性）かどうかを、本事業から生じる便益と費用を基に、決定するものである。
ベンガルール周辺環状道路のような運輸セクター事業は、経済成長の強化という点で重要な役割を果たせる。しかしながら、本事業が政府の規定した数値を超え、経済的に妥当でなければならない。
各年の経済的費用と便益が、”事業有りケース”と”事業なしケース”で推計される。両ケースの経済的費用と便益の差が事業の効果であり、経済的妥当性を測定する主題となる。
事業の経済的妥当性は、経済的内部収益率（EIRR）と費用便益比（B/C）及び社会割引率 12%を想定した正味現在価値（NPV）によって示される。経済的妥当性の数値は、EIRR が 12%以上、B/C が 1.0 以上、NPV が正となることであり、費用や便益が負の方向に変化した場合の感度も併せて評価し、これらのケースでの経済的妥当性を確認する必要がある。

(1)　経済評価の作業フロー

図 8.1.1 に経済評価の作業フローを示す。



出典：調査団

図 8.1.1　　経済評価の作業フロー

(2)　経済評価の指標

経済的費用と便益は、プロジェクトライフ期間を通して、キャッシュフロー割引法によって明示される。割引率（以下、DR）は、インド国で社会割引率として広く使われている 12%である。経済評価として、3 つの指標が計算される：経済的内部収益率（EIRR）、費用便益比（B/C）、正味現在価値（NPV）である。さらに経済寿命は 25 年と仮定するが、これは、インドの道路議会 2009 年に発行されたに「IPC:SP 30-2009 ガイドライン」に従っている。よって、事業評価のキャッシュフローは、2015～2039 年で実施した。表 8.1.1 に経済評価の指標を示す。

表 8.1.1　　経済評価の指標

No.	指標	計算式・数値
1	割引率 (DR)	12% （インドの社会割引率）
2	経済的内部収益率(EIRR)	r 満足する数値: *B*: 便益, *C*: 費用　$\sum \frac{B_n}{(1+r)^n} = \sum \frac{C_n}{(1+r)^n}$
3	費用便益比(B/C)	$\sum \frac{B_n}{(1+DR)^n} \div \sum \frac{C_n}{(1+DR)_n}$
4	正味現在価値(NPV)	$\sum \frac{B_n - C_n}{(1+DR)^n}$
5	事業評価のキャッシュフロー	2015 年-2039 年

出典：調査団

8.1.2 事業の経済的費用

(1) 初期費

事業費は、費用便益分析において、シャドープライスにてよって推計されなければならない。ベンガルール周辺環状道路の事業費は、7 章にて、マーケット価格で推計されている。マーケット価格もしくは財務価格は、経済評価のためのコストに変換しなければならない。

「Manual on Economic Evaluation of Highway Projects in India」では、インドの道路事業の財務価格を経済価格に変換する係数は 0.80~0.90 を適用している。基本的に、財務価格と経済価格の大きな違いは VAT（14.5%）と輸入税（約 5%）等である。

本調査では、 VAT と輸入税を差し引いた価格と経済価格とする。表 8.1.2 に本事業の経済価格を示す。

表 8.1.2　　推計経済価格 (2015 年価格)

（百万インドルピー）

項目	経済価格(財務価格 - VAT – 輸入税)
1. 土木工事費-パッケージ-1	9,237.0
1. 土木工事費-パッケージ-2	6,706.0
1. 土木工事費-パッケージ-3	7,991.0
1. 土木工事費-パッケージ-4	8,004.0
2. BPRR の ITS 施設費-	1,432.2
3. 用地取得費	51,030.0
4.詳細設計費	100.0
5. 入札支援費-	149.0
6. 施工管理費-	1,859.0
7. 事務管理費	103.0
合計	86,611.2

出典：調査団

表 8.1.3 に事業実施スケジュールにあわせた各年の初期費を示す。

表 8.1.3　　事業実施スケジュールにあわせた各年の初期費

（経済価格：百万インドルピー）

項目	合計	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1. 土木工事費-パッケージ 1	9,237.0	0.0	0.0	1,539.5	3,079.0	3,079.0	1,539.5
1. 土木工事費-パッケージ 2	6,706.0	0.0	0.0	1,117.7	2,235.3	2,235.3	1,117.7
1. 土木工事費-パッケージ 3	7,991.0	0.0	0.0	1,331.8	2,663.7	2,663.7	1,331.8
1. 土木工事費-パッケージ 4	8,004.0	0.0	0.0	1,334.0	2,668.0	2,668.0	1,334.0
2. BPRR の ITS 施設費-	1,432.2	0.0	0.0	0.0	0.0	954.8	477.4
3. 用地取得費	51,030.0	20,412.0	20,412.0	10,206.0	0.0	0.0	0.0
4.詳細設計費	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5. 入札支援費-	149.0	0.0	99.3	49.7	0.0	0.0	0.0
6. 施工管理費-	1,859.0	0.0	0.0	309.8	619.7	619.7	309.8
7. 事務管理費	103.0	18.7	18.7	18.7	18.7	18.7	9.4
合計	**86,611.2**	**20,530.7**	**20,530.1**	**15,907.2**	**11,284.4**	**12,239.2**	**6,119.6**

出典：調査団

(2) 運営・維持管理費

運営維持管理費を推計した。運営費は日常の道路交通管理と料金徴収である。維持管理費は、日常維持管理と定期維持管理からなっており、NHA（National Highways Authority of India）発行の通達（NHA Letter No. NHAI/11033/CGM(Fin)/2011 dated 29 May 2011）に記載された公式を用いて算出した。公式については、7.3.3.3(1)に記載する。算出した道路運営維持管理費を表 8.1.4 に示す。

表 8.1.4　　道路維持管理費

（百万インドルピー）

項目		経済価格
1	道路維持管理費（各年）	131.4
2	定期維持管理費（5 年毎）	844.9

出典：調査団

8.1.3 事業の経済的便益

経済便益は、推計交通量と各々の車両走行費（VOC）単価・旅行時間（TTC）単価を乗じることで計算される。事業なしケースから事業有りケースを差し引いた総額が、本事業が与える便益として計算される。

(1) 車両走行費 (VOC) 単価と旅行時間費 (TTC)単価

1) 車両走行費 (VOC) 単価

走行距離(km)あたりの VOC が下記に示す項目に関して車種別に推計されている。 それらは、a) 燃料費, b) オイル費, c) タイヤ費, d) スペアパーツ費, e) 維持管理のための労務費 f) 減価償却費, g) 乗務員費 と h) 固定費,その他、管理費、オーバーヘッド、間接費や借用金の利息等である。

「Manual on Economic Evaluation of Highway Projects in India」 では、VOC 単価があるものの, VOC は、道路のラフネス（凸凹）と道路線形（縦断や平面曲線、地形状況等）により決定している。通常の VOC 単価は、車種別の速度状況によって設定されている。インド国内では、「 Comprehensive Transportation Study for Mumbai Metropolitan Region (世銀による技術支援調査) 」にて、表 8.1.5 に示すように速度に応じた VOC 単価が設定されていることから、表 8.1.6 に示す物価指標(WPI)に従い、変更・アップデートする。

表 8.1.5　　2005 年の VOC 単価

（インドルピー/台 km）

速度 (km/時)	二輪車	乗用車	バス	軽商用車 (LCV)	普通・大型 トラック(MAV)
10	2.49	6.61	26.06	18.30	25.41
20	1.89	4.11	17.92	12.31	17.67
30	1.74	3.29	16.40	10.00	15.04
40	1.55	2.88	14.63	8.78	13.65
50	1.57	2.82	13.58	8.08	12.25
60	1.63	3.05	15.47	8.20	12.57

出典: Mumbai Metropolitan Region Development Authority

表 8.1.6　　インドの物価指数(2008-2015)

年次	指標
2005	100.0
2006	104.5
2007	111.4
2008	116.6
2009	126.0
2010	130.8
2011	143.3
2012	156.1
2013	167.6
2014	177.6
2015	188.3

出典: Office of the Economic Adviser, Government of India, Ministry of Commerce & Industry, Department of Industrial Policy & Promotion

60km/時から 80 km/時の高速領域における VOC に関しては、国土交通省が設定した高速・地域高規格道路の 2008 年 VOC 表の変化率を参考に調査団が設定した。2015 年の VOC 単価を表 8.1.7 に示す。

表 8.1.7　　2015 の VOC 単価

（インドルピー/台 km）

速度 (km/時)	二輪車	乗用車	バス	軽商用車 (LCV)	普通・大型トラック（MAV)
10	4.69	12.44	49.06	34.45	47.84
20	3.56	7.74	33.74	23.17	33.27
30	3.28	6.19	30.87	18.83	28.31
40	2.92	5.42	27.54	16.53	25.70
50	2.96	5.31	25.57	15.21	23.06
60	3.07	5.74	29.12	15.44	23.66
70	3.22	5.88	29.89	15.83	24.88
80	3.46	6.15	31.27	16.58	27.29

出典: 調査団により改訂

2) 旅行時間費 (TTC)単価

旅行時間短縮費 (TTC)単価は、表 8.1.8 に示す「Manual on Economic Evaluation of Highway Projects in India”」から得た。

表 8.1.8　　2009 年の旅客車両の旅行時間費単価

車種	1 時間あたりの乗車員の時間価値（インドプピー）(a)	平均乗車数 (b)	1 時間あたり車両の時間価値（インドプピー）(a*b)
1.二輪車	32.0	1.5	48.0
2. 乗用車	62.5	4.8	300.0
3. バス	43.5	43.0	1870.5

出典: Manual on Economic Evaluation of Highway Projects in India 2009

貨物交通の場合、旅行時間が少なければ、投資もより少なくなる。早い旅行は乗務員の時間短縮につながる。貨物交通の旅行時間単価を表 8.1.9 に示す。

表 8.1.9　　2009 年の貨物車の旅行時間単価

車種	貨物保有費 (インドルピー/日)(a)	時間変換係数 (b)[1]	貨物保有費 (インドルピー/時)((a*b)
1 LCV	58.10	1/12	4.8
2. MAV	333.0	1/12	27.8

出典: Manual on Economic Evaluation of Highway Projects in India 2009, JICA Expert

表 8.1.6 に示す物価指標(WPI)を適用して 2015 年の旅行時間費単価を推計した。 (表 8.1.10 参照)

表 8.1.10　　2015 年の旅行時間単価

（インドルピー／台時）

車種	2015 年
二輪車	71.7
乗用車	448.2
バス	2794.3
LCV	7.2
MAV	41.5

出典：調査団

(2)　経済的便益の推計 (VOC と TTC 短縮)

出典：調査団

図 8.1.1 に示したように, 事業有りケースと 事業なしケースにて交通量配分を実施した。両ケースの台キロと台時の差分が、本事業の主な経済的な便益となる。

車種別・速度別の VOC 単価と総走行台キロより、各年の１日の VOC 削減費を推計した。また、車種別の TTC 単価と総旅行時間（台時）より、各年の１日の TTC 短縮費を推計した。表 8.1.11 に経済的便益を示す。

表 8.1.11　　経済便益

年	経済便益 (1,000 インドルピー/日)		
	VOC	TTC	計
2022	15,419	21,770	37,189
2030	13,025	69,663	82,688
2040	7,595	88,167	95,762

出典：調査団

[1] 1 日の貨物車の行動は、労働時間やトラック規制等から半分と想定し 12 時間とした。

(3) その他の経済的便益

既存道路の交通混雑の増加に伴い、歩行者と自動車の錯綜により、交通時の発生が増加する傾向となる。この事業の実施により、平面道路での交通事故が削減できることが期待できる。しかし、本事業では、道路交通事故の削減による便益は、この国の交通事故削減へ寄与する妥当な数値がないことから、考慮しない。

8.1.4 経済分析結果

経済的妥当性の指標に基づき本事業のパフォーマンスは次のとおりである。（表 8.1.12 参照）

EIRR	15.0%
B/C	1.33
NPV (百万インドルピー @ i = 12%)	21,214.0

本事業の経済的費用及び便益は、正の NPV とし、かつ EIRR は政府が規定する 12%より高い結果となっている。よって、これらの数値は、本事業が経済的に実施可能性であることを示す。

表 8.1.12　　費用便益ストリーム

Undiscounted Benefit Cost Stream Revenue

Million Rs

sq	Year	Construction Cost	Other Cost (ROW etc.)	Initial Cost	O &M	Cost Total	VOC Benefit	TTC Benefit	Benefit Total	Benefit - Cost
1	2015					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2016	0.0	20,530.7	20,530.7		20,530.7	0.0	0.0	0.0	-20,530.7
3	2017	0.0	20,530.1	20,530.1		20,530.1	0.0	0.0	0.0	-20,530.1
4	2018	5,323.0	10,584.2	15,907.2		15,907.2	0.0	0.0	0.0	-15,907.2
5	2019	10,646.0	638.4	11,284.4		11,284.4	0.0	0.0	0.0	-11,284.4
6	2020	11,600.8	638.4	12,239.2		12,239.2	0.0	0.0	0.0	-12,239.2
7	2021	5,800.4	319.2	6,119.6	65.7	6,185.3	2,874.0	3,435.4	6,309.4	124.1
8	2022			0.0	131.4	131.4	5,628.0	7,946.0	13,574.0	13,442.6
9	2023			0.0	131.4	131.4	5,510.5	9,189.5	14,700.0	14,568.6
10	2024			0.0	131.4	131.4	5,395.5	10,627.6	16,023.1	15,891.7
11	2025			0.0	131.4	131.4	5,282.9	12,290.8	17,573.6	17,442.2
12	2026			0.0	976.3	976.3	5,172.6	14,214.2	19,386.8	18,410.5
13	2027			0.0	131.4	131.4	5,064.6	16,438.6	21,503.2	21,371.8
14	2028			0.0	131.4	131.4	4,958.9	19,011.2	23,970.0	23,838.6
15	2029			0.0	131.4	131.4	4,855.4	21,986.3	26,841.6	26,710.2
16	2030			0.0	131.4	131.4	4,754.0	25,427.0	30,181.0	30,049.6
17	2031			0.0	976.3	976.3	4,504.4	26,033.1	30,537.4	29,561.1
18	2032			0.0	131.4	131.4	4,267.8	26,653.6	30,921.4	30,790.0
19	2033			0.0	131.4	131.4	4,043.7	27,288.9	31,332.6	31,201.2
20	2034			0.0	131.4	131.4	3,831.4	27,939.4	31,770.7	31,639.3
21	2035			0.0	131.4	131.4	3,630.2	28,605.4	32,235.5	32,104.1
22	2036			0.0	976.3	976.3	3,439.5	29,287.2	32,726.7	31,750.4
23	2037			0.0	131.4	131.4	3,258.9	29,985.3	33,244.2	33,112.8
24	2038			0.0	131.4	131.4	3,087.8	30,700.0	33,787.8	33,656.4
25	2039			0.0	131.4	131.4	2,925.6	31,431.8	34,357.4	34,226.0
		33,370.2	53,241.0	86,611.2	4,965.6	91,576.8	82,485.5	398,491.1	480,976.6	389,399.8

Discounted Benefit Cost Stream Revenue

Million Rs

sq	Year	Discounted	Construction Cost	Other Cost (ROW etc.)	O &M	Cost Total	VOC Benefit	TTC Benefit	Benefit Total	Benefit - Cost
1	2015	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2016	1.12	0.0	18,331.0	0.0	18,331.0	0.0	0.0	0.0	-18,331.0
3	2017	1.25	0.0	16,366.4	0.0	16,366.4	0.0	0.0	0.0	-16,366.4
4	2018	1.40	3,788.8	7,533.6	0.0	11,322.5	0.0	0.0	0.0	-11,322.5
5	2019	1.57	6,765.7	405.7	0.0	7,171.4	0.0	0.0	0.0	-7,171.4
6	2020	1.76	6,582.6	362.2	0.0	6,944.8	0.0	0.0	0.0	-6,944.8
7	2021	1.97	2,938.7	161.7	33.3	3,133.7	1,456.1	1,740.5	3,196.5	62.9
8	2022	2.21	0.0	0.0	59.4	59.4	2,545.8	3,594.4	6,140.2	6,080.7
9	2023	2.48	0.0	0.0	53.1	53.1	2,225.6	3,711.5	5,937.1	5,884.0
10	2024	2.77	0.0	0.0	47.4	47.4	1,945.7	3,832.4	5,778.1	5,730.7
11	2025	3.11	0.0	0.0	42.3	42.3	1,700.9	3,957.3	5,658.2	5,615.9
12	2026	3.48	0.0	0.0	280.7	280.7	1,487.0	4,086.2	5,573.2	5,292.6
13	2027	3.90	0.0	0.0	33.7	33.7	1,300.0	4,219.4	5,519.3	5,485.6
14	2028	4.36	0.0	0.0	30.1	30.1	1,136.4	4,356.9	5,493.3	5,463.2
15	2029	4.89	0.0	0.0	26.9	26.9	993.5	4,498.8	5,492.3	5,465.4
16	2030	5.47	0.0	0.0	24.0	24.0	868.5	4,645.4	5,514.0	5,489.9
17	2031	6.13	0.0	0.0	159.3	159.3	734.8	4,246.6	4,981.3	4,822.1
18	2032	6.87	0.0	0.0	19.1	19.1	621.6	3,881.9	4,503.5	4,484.4
19	2033	7.69	0.0	0.0	17.1	17.1	525.8	3,548.6	4,074.5	4,057.4
20	2034	8.61	0.0	0.0	15.3	15.3	444.8	3,244.0	3,688.8	3,673.5
21	2035	9.65	0.0	0.0	13.6	13.6	376.3	2,965.4	3,341.8	3,328.1
22	2036	10.80	0.0	0.0	90.4	90.4	318.4	2,710.8	3,029.2	2,938.8
23	2037	12.10	0.0	0.0	10.9	10.9	269.3	2,478.1	2,747.4	2,736.5
24	2038	13.55	0.0	0.0	9.7	9.7	227.8	2,265.3	2,493.1	2,483.4
25	2039	15.18	0.0	0.0	8.7	8.7	192.7	2,070.8	2,263.5	2,254.9
			20,075.8	43,160.8	974.8	64,211.4	19,371.1	66,054.2	85,425.4	21,214.0

Net Present Value (Million Rs)	21,214.0
B/C Ratio	1.33
EIRR	15.0%

出典：調査団

8.1.5 感度分析

本事業の感度分析結果を表 8.1.13 に示す。

表 8.1.13 感度分析結果

	NPV (百万インドルピー)	B/C	EIRR
基本ケース	21,214.0	1.33	15.02%
費用プラス 10%	14,792.9	1.21	13.99%
費用プラス 20%	8,371.7	1.11	13.06%
便益マイナス 10%	12,671.5	1.20	13.88%
便益マイナス 20%	4,128.9	1.06	12.64%
費用プラス 10%,便益マイナス 10%	6,250.3	1.09	12.87%

出典：調査団

全てのケースで、EIRR = 12% かつ NPV = 0 の最小条件をクリアする。

8.2 財務評価

財務分析は、詳細事業報告書にて実施されており、プロジェクト IRR はネガティブとなり、よって財務的にフィージブルでないという結論である。

しかし、BPRR の事業費及び利用交通の推計が調査団によってレビュー・アップデートされたことから、修正した費用と収入に基づき財務分析を実施した。

8.2.1 ケーススタディ

ケース-1： BOT 方式	建設費やコンサルタント費（ただし詳細設計は既に官が発注しようとしているため、官が負担と仮定）とした初期投資にかかる費用は、民間企業が負担するものとする。また、供用時の道路の運営・維持管理費もまた、民間企業が負担する。 ただし、用地取得費、詳細設計費、事務管理費は政府が負担する。 また、全ての料金収入は民間企業が受け取るものとする。
ケース-2:政府補助金付 BOT 方式	ケース-1 と同じ条件であるが、初期投資の内、40%[2]は Viability Gap Fund (VGF) として、官が支払うものと仮定。

8.2.2 財務分析のための仮定と条件

8.2.2.1 入力データ

表 8.2.1 と表 8.2.2 に入力データを示す。

表 8.2.1 初期費

(2015 年価格)('000 インドルピー)

1	Land / ROW Acquisition	81,000,000
2	Detailed Engineering Design Services	115,000
3	Civil Work	34,977,250
4	ITS(O&M Facility Installation)	1,568,523
5	Construction Supervision Services	2,309,200
6	Independent Consultation Fee	115,000
7	Insurance Cost	349,773
8	Physical Contingencies	1,971,737
9	Price Contingencies	17,982,880
10	Project Administration Costs	174,886
Total		140,564,249

出典：調査団

注: insurance cost と independent consultant fee は、それぞれ construction cost の 1.0% 0.3% と仮定した。

[2] 40%は、VGF の最大であり、実施機関 20%、インド政府が 20%の負担となる。（PPP インフラ事業の財政的支援ガイドライン (VGF スキーム)参照）VGF 付きの PPP 事業は、事前にインド政府の事業承認が必要となる。

表 8.2.2　　道路運営維持管理費

(2015 年価格)('000 インドルピー)

11	Operation Cost	4,284,816
12	Maintenance Cost	6,042,169
13	Insurance Fee	795,000
14	Independent Consultant Fee	67,500
Total		10,326,985

出典：調査団

注：道路運営維持管理費の算出根拠は、表 8.1.4 および表 8.2.5 参照。

料金収入は、交通配分結果からの総走行台キロと料金設定から推計した。

表 8.2.3　　2022 年の日あたりの料金収入(供用開始後 1 年)

車種	BPRR の利用台キロ (a)	キロあたりの料金単価（インドルピー）(b)	収入 (インドルピー/ 日) (a*b)
乗用車	1,868,271	1.48	2,765,041
バス	122,607	4.88	598,322
LCV	41,053	2.36	96,885
トラック	125,612	4.88	612,987
MAV	12,838	4.88	62,649
合計			**4,135,884**

出典：調査団

注:2022 年の料金は、2014 年の乗用車 1.0 インドルピー／km をもとに物価上昇率 5％で設定した。

将来の物価上昇率も 5%と仮定して、料金設定を行い、BPRR の交通量の年成長率は、交通配分結果より推計した。（表 8.2.4 参照）

表 8.2.4　　BPRR 交通の年成長率

	2021-2030	2031-
年成長率	9.00%	3.93%

出典：調査団

注：年成長率は交通配分結果に基づく。

8.2.2.2 財務分析のパラメータ

財務評価で適用したパラメータは次表のとおりである。

表 8.2.5　　財務分析のためのパラメータ

Parameters:PRR to Bangalore

Base year for financial analysis		
Base year for financial analysis	2015	
Discount Rate	12%	
Implementation/Operation Period		
Beginning Year of the Concession	2018	
Concession Period	30	years
End Year of the Concession Period	2047	
Beginning Year of the Operation	2021	year
	6	month
Operation Period	27	
Costs		
Project Cost		
Base Year	2015	
Physical Contingency	5%	
Administration Costs	0.5%	of Civil Work Cost
Gov	50%	
Prv	50%	
Insurance Cost (Construction All Risk)	1.0%	of Civil Work Cost
O&M Cost		
Operation Period	27	years
Operating Cost to increase by	4.0%	every year due to increase in operations
Routine Maintenance Cost: to increase by	2.0%	every year due to wear and tear
Periodic Maintenance Cost: to increase by	5.0%	
	1	
Independent Consultant Fee	0.1%	of Civil Work Cost
Period	5	years
Gov	50%	
Prv	50%	
Other Cost Items		
Annual Insurance (O&M)	0.600%	of depreciable assets
Depreciation		
Life of Assets	30	years
Price Escalation	5.0%	pa
Financing Structure		
GFS for Main Civil Work	0%	of Civil Work Cost
GFS Provision Schedule		
1st year	2019	
proportion	23.6%	
2nd year	2020	
proportion	39.2%	
3rd year	2021	
proportion	37.2%	
Equity Ratio	30%	
Debt Ratio	70%	
Loan Tenure: Commercial Bank Loan		
Interest Rate	11.8%	
Grace Period	4	years
Loan Repayment Period	12	years
Beginning Year of Repayment	2018	
End Year of Repayment	2029	
Finance charge	0.3%	of Loan
IDC:Interest During Construction	11.8%	
Taxation		
Tax	32.40%	of Taxable Income

出典：調査団

8.2.3 財務的実行可能性のための指標

(1) 指標の定義

BPRR の財務的実行可能性をみるために 3 つの内部収益率 (IRR) は以下の通りである。

Project IRR:	政府の資金で調達される用地取得費も含めた全ての事業費と利用料金収入より計算される。これは、財務的妥当性の基本指標となる。
IRR for SPV:	これは、民間セクター(Special Purpose Vehicle：特別目的事業体)に対する内部収益率を意味する。
Equity IRR:	これは、本事業のエクイティの投資に対する内部収益率を意味する。つまり、エクイティの投資家に対する IRR である。

.

各内部収益率（IRR）次の式を満足する率となる。

Project IRR

$$\sum \frac{R_i - I_i - C_i}{(1+\text{Project IRR})^{\text{i}}} = 0$$

以下:

R_i : i 年の料金徴収からの収入

I_i ; i 年の全投資事業費

C_i : i 年の全 O&M 費

IRR for SPV

$$\sum \frac{R_i - I'_i - C'_i}{(1+\text{IRR for SPC})^{\text{i}}} = 0$$

以下:

I'_i : i 年の SPV（コンセッショネア）による投資資本費

C'_i : i 年の SPV（コンセッショネア）による O&M 費（法人税込）

Equity IRR

$$\sum \frac{D_i - E_i}{(1+\text{Equity IRR})^{\text{i}}} = 0$$

以下:

D_i : i 年の投資家のための配当金 (= Ri - I'i - C"i)

* C"i ローン分割返済費含む

E_i : 投資家からのエクイティ投資

(2) クライテリア

加重平均資本コスト WACC (=Weighted Average Cost of Capital) は、利付き負債額とエクイティ費の加重平均で計算され、その値が Project IRR と IRR for SPV のクライテリアとして、民間セクターにとっての財務コストを示す。WACC の計算式は、以下に示す。

$$WACC_{\text{after tax}} = r(E) \times \frac{E}{(D+E)} + r(D) \times (1-t) \times \frac{D}{(D+E)}$$

以下:

$r(E)$: エクイティ費 (自己資本利益率 ROE)

$r(D)$: 負債額(利率)

E: 全エクイティ費
D: 全負債額
t: 法人税率

WACC は表 8.2.6 に示す民間セクターによる財務状況の場合では、11.6%となる。本調査では、Equity IRR を評価するための目標率は、20%と仮定した。

表 8.2.6　　WACC 算出の条件

Equity	Loan
-エクイティ 30% -エクイティ費 (自己資本利益率 ROE) 20.0%	-ローン 70% -利息 11.8% -法人税 32.4%

出典：調査団

BPRR の財務分析のクライテリアを表 8.2.7 に示す。

表 8.2.7　　BPRR の財務分析のクライテリア

Project IRR 及び IRR for SPV	11.6%
Equity IRR	20.0%

出典：調査団

8.2.4 評価結果

表 8.2.8 に財務分析の評価結果を示す。

Project IRR

Project FIRR は、全ての費用を考慮するものであり、建設費、コンサルタント費、道路用地取得費や道路維持管理費が含まれており、1.42%であり、これは、民間セクター投資は財務的に不可能であることを示す。施設の完成までは、官側の資金で実施する計画で行われる必要がある。

特別目的企業体(SPV)のための IRR(IRR for SPV)

SPV のための IRR は、建設費、コンサルタント費、道路維持管理費が民間セクターによって投資されるもので有り、ケース-1 で 5.87%、ケース-2 で 8.47%となり WACC の 11.6%を下回っていた。よって、本事業は、両ケースとも、財務的な実行可能性はなく、民間にとって、魅力的な事業でないであろう。

Equity IRR

Equity IRR はケース-1 で 4.50% 、ケース-２で 7.88%である。これは、民間にとって低い数値となっている。

表 8.2.8　　BPRR の財務分析結果

ケース	結果		
	Project IRR	IRR for SPV	Equity IRR
ケース-1:BOT 方式	1.42%	5.87%	4.50%
ケース-2:政府補助金付き BOT 方式		8.47%	7.88%

出典：調査団

8.2.5 感度分析

支払い意向調査結果によると多くの道路利用者は、今の料金単価の 1.5 から 2 倍高くても、有料道路を利用したいと回答している。最大料金収入は、現在の料金価格の 1.5 から 2 倍の料金価格のケースとなる(4 章参照)

感度分析として、基本ケースの利用料金を 1.5 倍にしたケース（収入最大ケース）に関して、財務分析を行った（表 8.2.9 参照）。これは基本ケースの 1.27 倍の料金収入となる。

表 8.2.9　BPRR の財務分析結果(利用料金 1.5 倍のケース)

ケース	結果		
	Project IRR	IRR for SPV	Equity IRR
ケース-1:BOT 方式	2.59%	7.37%	6.41%
ケース-2:政府補助金付き BOT 方式		10.05%	9.89%

出典：調査団

基本ケースに比べ、全ての指標は向上するものの、これらの数字は、目標値を下回る結果となる。よって、料金収入を最大にする料金設定を選定しても、政府補助金付き BOT スキームの適用は難しいことが分かる。

9 章　結論

- ✧ 本報告書の内容は実施機関側が実施する詳細設計のための参考資料として活用される。
- ✧ 本報告書は JICA による今後の支援方針策定に活用される。
- ✧ 本報告書で提言された技術的改善項目については、技術協議（Technical Discussion）等で書面合意形成されてきたものである。
- ✧ DPR の平面線形は概ねイ国基準を満たした合理的な内容であったが、基準を満たさない一部の項目に対しては代替案（線形修正）を提言した。線形修正は微修正ではあるものの一旦固定されている用地幅の若干の修正を要する内容であることから、今後の詳細設計にて実施機関側にて現実的な範囲で十分に検討されるべきである。
- ✧ DPR の縦断線形は本線についてのみ検討されており、サービス道路については未検討である。本線においても既存の地盤高資料等に基づいて設計されており、一部区間は地盤高の情報も欠落している中で暫定的に設計されたものである。基準を満たさない線形要素については改善項目を指摘した。詳細設計時には測量に基づいて本線・サービス道路共に設計されることとなるが、本報告書で提言した改善項目を参照に設計されるべきである。
- ✧ DPR の IC（インターチェンジ）配置計画において、IC 間隔が 10km を超える区間が 3 か所あることが確認されたことから追加 IC 3 か所（ダイヤモンド型式）を提案した。具体の IC 地点については測量結果等を踏まえて詳細設計時に確定される。
- ✧ 構造物設計において、DPR では単一の構造形式（PC 箱桁）で設計されている。本報告書では複数型式（PC I 桁、PC 箱桁、鋼箱桁）を提案し、箇所毎に架設工法、経済性等を考慮しながら橋梁計画を策定した。詳細設計においては、本橋梁計画を参考に設計されるべきである。跨線橋 2 地点において、軟弱地盤上の高盛土を避ける観点から橋梁区間を延長提言している。本変更についても技術協議で合意されているが、工費への影響も大きいことから詳細設計時には鉄道管理者との協議等で再度合理的に変更されることもありえる。
- ✧ JICA 実施の ITS マスタープランの需要予測モデルを使用して再検討を実施した。結果として本線・サービス道路の将来車線数の妥当性が確認された。DPR で未検討であった料金所ブース数については本業務での算定値を詳細設計で活用すべきである。
- ✧ ITS MP を踏まえて本事業に係る ITS 施設のスコープ、コストをレビューした。この結果は借款内で実施予定である ITS 施設基本設計に活用される。
- ✧ 上記変更箇所を踏まえて積算レビューを実施した。最終的な事業費は詳細設計で精査されるものであるが本業務での積算値は JICA による今後の支援方針検討資料として活用される。
- ✧ 本事業の経済的妥当性が確認された。他方、本事業は財務的には実行可能性はないことから、公共事業としての実施が現実的である。