

第II部 フィージビリティ調査

第1章 フィージビリティ調査について

第 II 部は、カラチ運輸交通整備事業準備調査（以下、本調査）の TOR-3「フィージビリティ調査（F/S）」の成果を記述したものである。

本調査のマスタープラン調査（TOR-1、TOR-2）においては、KMTC が推進してきた軽量鉄道（LRT）よりも費用対効果が高い Bus Rapid Transit（BRT）と、輸送力が高い Mass Rapid Transit（MRT）を提案することとなったが、MRT については JICA の支援規模やパキスタン側の財政事情を踏まえ、現在一定の進捗が見られるカラチ環状線（KCR）復旧整備事業の後に整備する事が望ましいという結論となった。

マスタープラン調査の成果は、インテリム・レポート 1（1）案としてとりまとめられ、2011 年 6 月 30 日にカウンターパートに提出された。

JICA 調査団は、上記報告書の提出にあわせ、マスタープランの結果と JICA の意向を踏まえ、F/S 対象事業を BRT とする方針について Karachi Mass Transit Cell（KMTC）と協議した。その後、同年 7 月 5 日に JICA と KMTC 及び JICA 調査団で F/S 対象事業について協議し、マスタープランで提案されたグリーンラインとレッドラインについて F/S を実施する事が合意された。

BRT については、「Private-Public partnership based Environment Friendly Public Transport System for Karachi, 2006」（以下、PPP バス調査）をもとに、アジア開発銀行（ADB）が 3 路線を提案しており、KMTC も重要な計画と認識している。一方で、ADB はカラチにおける BRT 事業を中止したことから、計画の推進が課題となっていた。

以上の背景を踏まえ、BRT の調査を実施するため調査団の要員構成を変更し、2011 年 9 月から 2012 年 5 月までの 9 ヶ月にわたり、BRT の F/S を実施した。

なお、F/S 開始後の 2012 年 11 月にカウンターパート機関である City District Government of Karachi（CDGK）は解体され、新たに Karachi Metropolitan Corporation（KMC）となったが、KMTC の役割に変更はなく、本調査への影響はない。本報告書では引き続き CDGK の名称を用いている。

第2章 BRT 導入にあたっての現況分析

2.1 Bus Rapid Transit（BRT）について

BRT とは、従来のバスサービスに比して、高速運行と高信頼性及び快適なサービスを提供するバス交通システムの事で、経済的なマストランジット（＝大量公共輸送機関、以下マストラ）である。ブラジルのクリチバやコロンビアのボゴタが有名な導入例として挙げられ、2000 年以降アジア各国の大都市を中心に、導入が進められている。



クリチバ
写真：岡村敏之

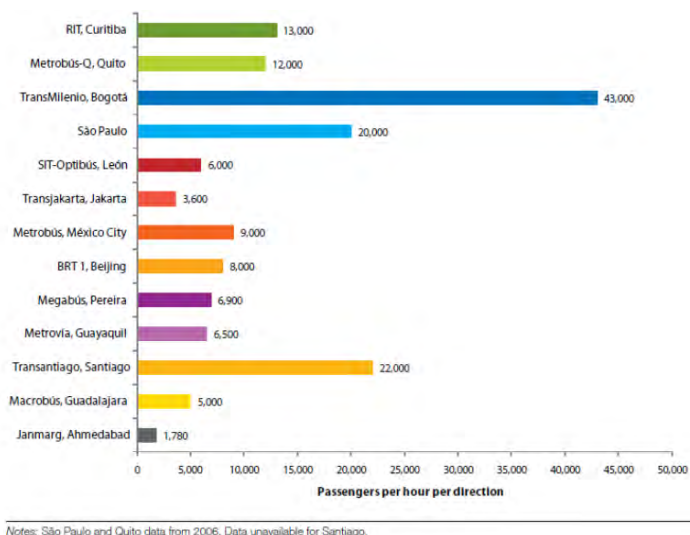


ボゴタ
写真：岡村敏之

”Private /Public Partnership based Environmentally- friendly Public Transport System For Karachi, 2006”によれば、一般的に BRT システムは 1) バスレーン、2) バスウェイ、3) BRT の 3 レベルに大別される。1) はバスが路側の優先レーンを走行し、2) は道路中央の専用レーンを走行するが、どちらも市全体のバスネットワークの一部として捉えられる。3) では、鉄道システムのように、専用レーンを運行するバスサービスが一つの事業者によって運営される形態が一般的で、結果として高い輸送力や速度が期待される。

BRT の輸送力としては、ボゴタの TransMilenio が片方向毎時 43,000 人という高い輸送力を達成しているものの、これは特殊なケースであり、通常は片方向毎時約 13,000 人程度が最大輸送力と考えられている。表定速度としては、15km/h から 25km/h の範囲が一般的である。

また、BRT は他のマストラシステムと比して建設及び機器に係る費用が低く抑えられるため、高いコストパフォーマンスが期待される。



出典：EMBARQ

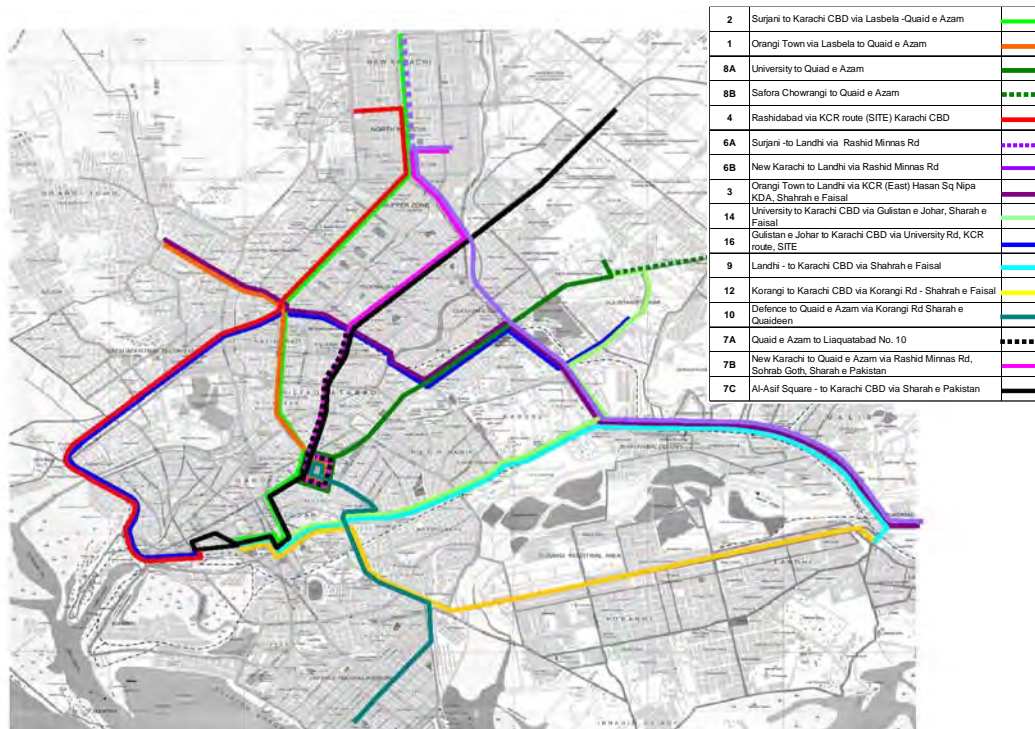
図 22 BRT の輸送力の比較

2.2 既存調査のレビュー

第一章で記述したように、カラチ市における既存の BRT 計画調査としては 2006 年の PPP バス調査と、2007 年に Megacity プロジェクトの一環として ADB により実施された「Karachi BRT Pre Feasibility Planning Study」がある。

KMTC によれば、前者はカラチのマストラ計画における最も重要な調査の一つである。その中では BRT として 16 路線が提案されているが（図 23 参照）、そのうち 3 路線は KCR の用地を使用している。

後者は前者の計画を元にしたプレ FS 調査であり、その対象路線は本案件におけるグリーンラインとオレンジラインに該当するものであった。しかし ADB が Megacity プロジェクトそのものから撤退したため計画は立消えとなった。



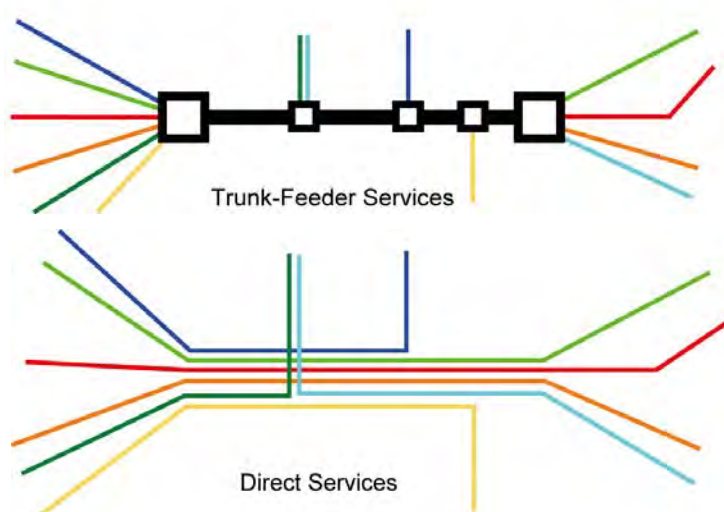
出典：Private /Public Partnership based Environmentally- friendly Public Transport System For Karachi, 2006

図 23 PPP バス調査にて提案された BRT ネットワーク

2.3 カラチにおける BRT 導入のシナリオ

(1) 幹線フィーダー型と直通型

幹線フィーダー型の場合、BRT 車両は BRT 路線のみにて運行され、BRT 路線外の地域についてはフィーダーバスによってサービスが提供される。一方、直通型では多方面に BRT 路線を設置するもので、場合によっては一般交通と混合する区間もあり得る。下図は、それぞれの概念を示したものである。



出典：調査団作成

図 24 幹線フィーダー型(上)と直通型(下)の概念図

調査団は当初、都心部における BRT 専用レーン建設の困難性を最大の理由として、直通型の BRT を提案していた。しかし、KMTC が建設の妨げとなる路上の違法駐車や不法占拠の一扫を確約したことに加え、直通型では運賃の適切な徴収が難しいと判断されたことにより、最終的に幹線フィーダー型 BRT を提案するに至った。

(2) BRT レーン・駅の配置

BRT のレーン及び駅位置については、駅を中央分離帯上に配置し、その両脇に BRT レーンを他の道路交通流と同じ方向に設置するのが典型である。本調査ではこの方式を採用している。他の選択肢としては、レーンを道路中央に、駅をその両側に設置するケースや、BRT レーンを他の道路交通流と逆の方向にするケース、さらに BRT レーンを路側に設置するケースが考えられる。道路幅は歩道を除き 33m 以上が望ましい。

(3) 交通管制

カラチでは、交通管制信号を排除したシグナルフリー・コリドーが CDGK により実施されているが、この施策は BRT システムとは整合しない。シグナルフリー・コリドーには右折のために U ターンを設置する必要があるが、BRT が道路中央を走行する場合は両者の交通流が交錯する事になる。これを避けるため、BRT 路線に沿った交差部には信号が設置されるべきであるが、これはシグナルフリー・コリドーの方針に反することになってしまう。

また、対象路線には BRT の導入が難しいロータリー交差点が存在する。交通量が少ない箇所については問題ないが、混雑の激しいロータリー交差点については、BRT の円滑な運行のために信号の設置が必要となる。

(4) ビジネスモデル

現在、カラチにおける公共交通サービスは、多数の小規模事業者によって支えられており、個別に料金を徴収している。一方、世界で成功している BRT ビジネスモデルでは、運行を

一つの民間事業者が担い、運行実績（例えば車両走行数キロなど）に基づいて公共が事業者者に契約額を支払うという形態である。

CDGK はかつて CNG Green Bus Pilot Project において上記のビジネスモデルを実践したが、最終的に失敗に終わっている。その教訓としては以下が挙げられる。

- 政府によって決定されている現行のバス運賃は、高レベルのバスサービスを運営維持するには不十分である。
- CDGK の財務状況が悪いため、運賃収入のリスクをとることができない。
- パイロットプロジェクトでは対象とするネットワークの範囲が狭かったために、乗客数が限られてしまった。
- 現行のバス事業者は小規模、かつ公共交通事業者として洗練されていないため、適正な事業者入札の環境を整備することが困難である。

(5) カラチの BRT 整備に関する提言

BRT のために利用可能な道路スペースと、制度改革のハードルを考慮した上で、調査団が提案した BRT スキームは以下の通りである。

- 運行速度確保のために、BRT レーンは道路中央に設置する。
- 運賃徴収は安定した BRT 運行の要となるため、運賃は乗車前に徴収する
- 車両やその他必要となる機材及びその交換部品は、パキスタン国内にて調達可能なものとする。
- BRT と U ターン交通の交錯を回避するため、主要な交差点に信号を設置する。
- 運賃は BRT 運営が持続可能なレベルに設定される。低所得者の利用を考慮して現行のバスサービスは数年間維持されるものとする。

第3章 基本計画

3.1 BRT 路線

当初、グリーンラインの路線計画はマスタープランに従い、Quaid-e-Azam を始点として、Business Recorder Road、Nawab Siddique Ali Khan Road、Sharah-e-Sher Shah Suri、Sharah-e-Usman を北上する路線として提案されていた。しかしその後、都心部へのアクセス性を考慮し、M.A.Jinnah Road を通って Tower まで延長する路線案の検討がなされた。その結果、KMC Building から Tower の間の道路幅は非常に狭く、駅や U ターン施設の建設が不可能と判断されたため、最終的に Cloth Market 近くの Municipal Park をグリーンラインの始点として選択した。

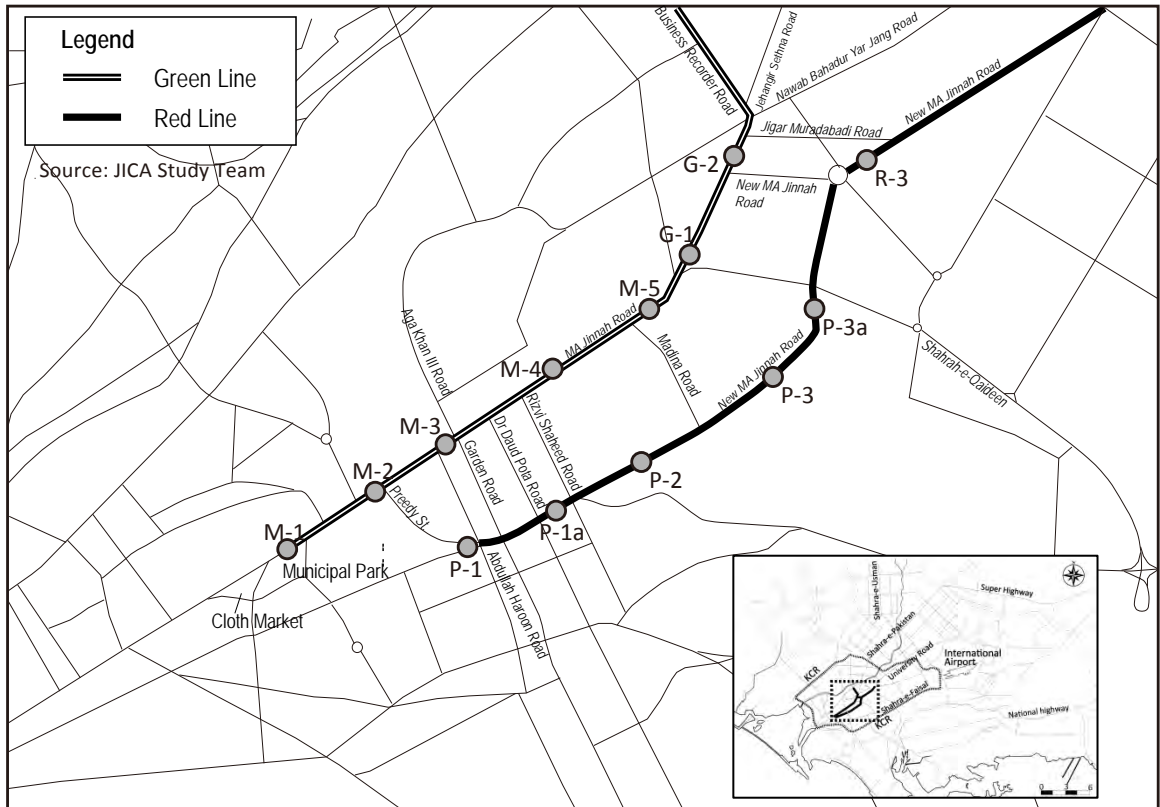
レッドラインも同様の経緯で都心部への延伸が検討された結果、西は Regal Chowk から New M.A.Jinnah Road、University Road に沿って東に向かい、Malir Town の Medel Colony を終点とする路線が対象となった。但し、CDGK 駐車場から Regal Chowk の間は道路幅が狭いた

め高架レーンとする必要がある。また、University Road はシグナルフリー・コリドーとして建設されている点が懸案事項である。

路線図は駅位置と合わせて図 25 から図 28 に示す通りである。

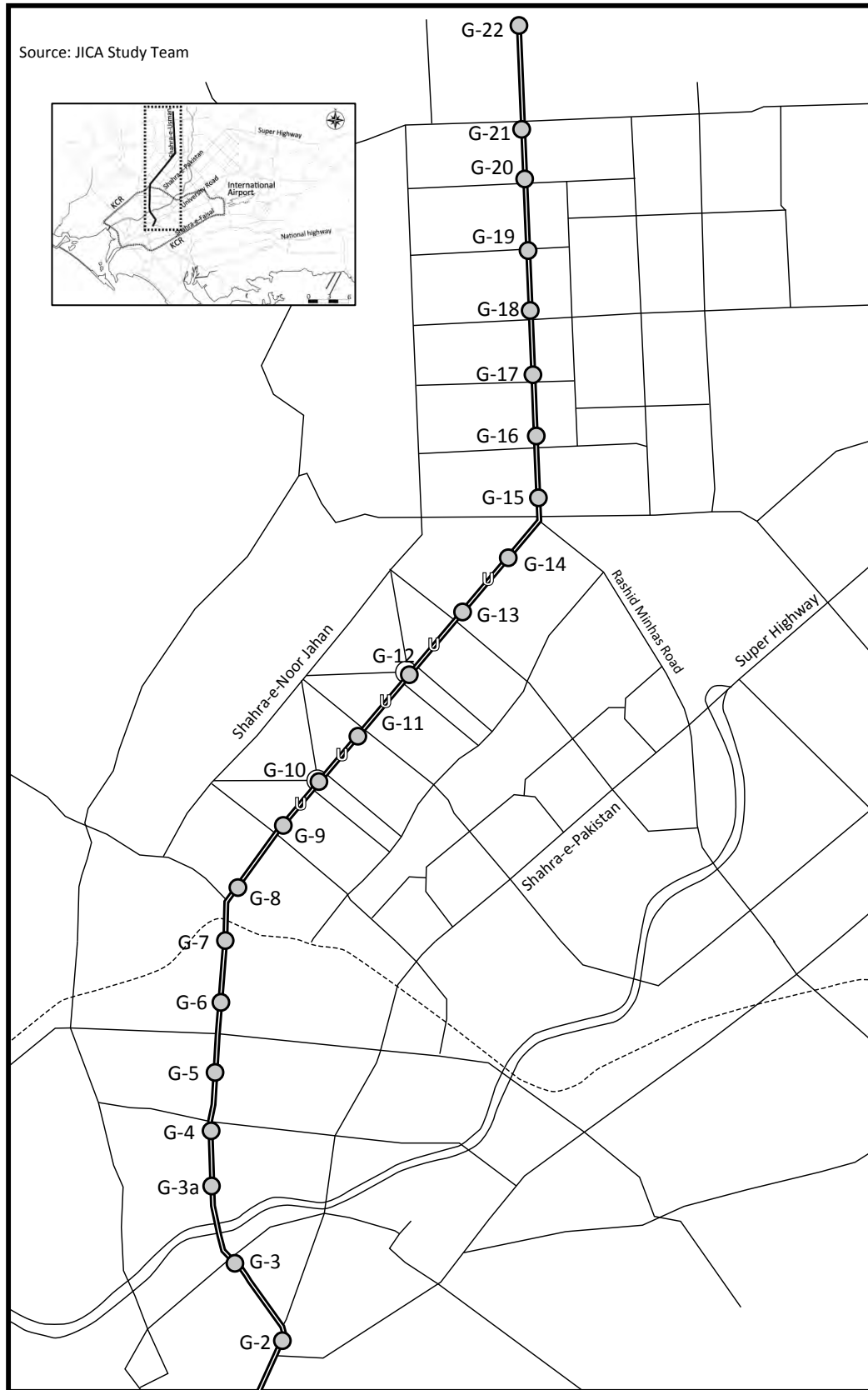
3.2 駅位置

BRT の駅設置数は運行速度とトレードオフの関係にあるが、通常は 500m 間隔で駅を設置するのが最適である。また、カラチ市の治安状況を勘案すると、BRT 駅アクセスの歩行距離は可能な限り短くすることが望ましい。図 25 から図 28 にグリーンライン及びレッドラインの駅位置を示す。



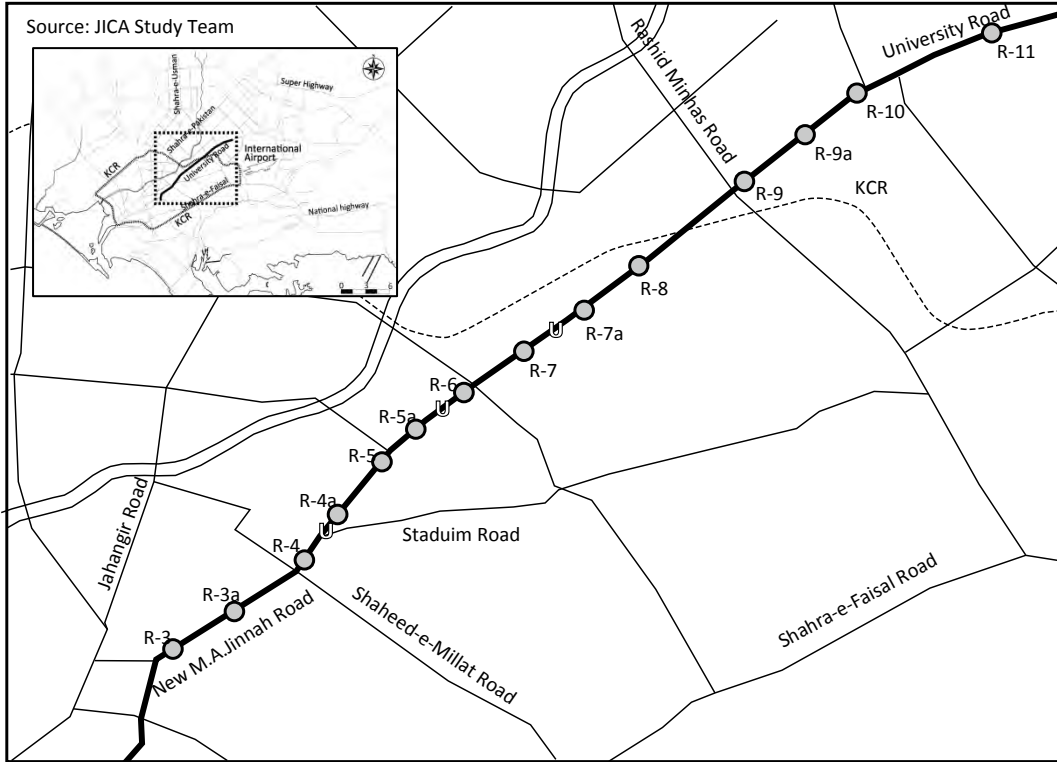
出典：JICA 調査団作成

図 25 都心部におけるグリーンラインとレッドラインの駅位置図



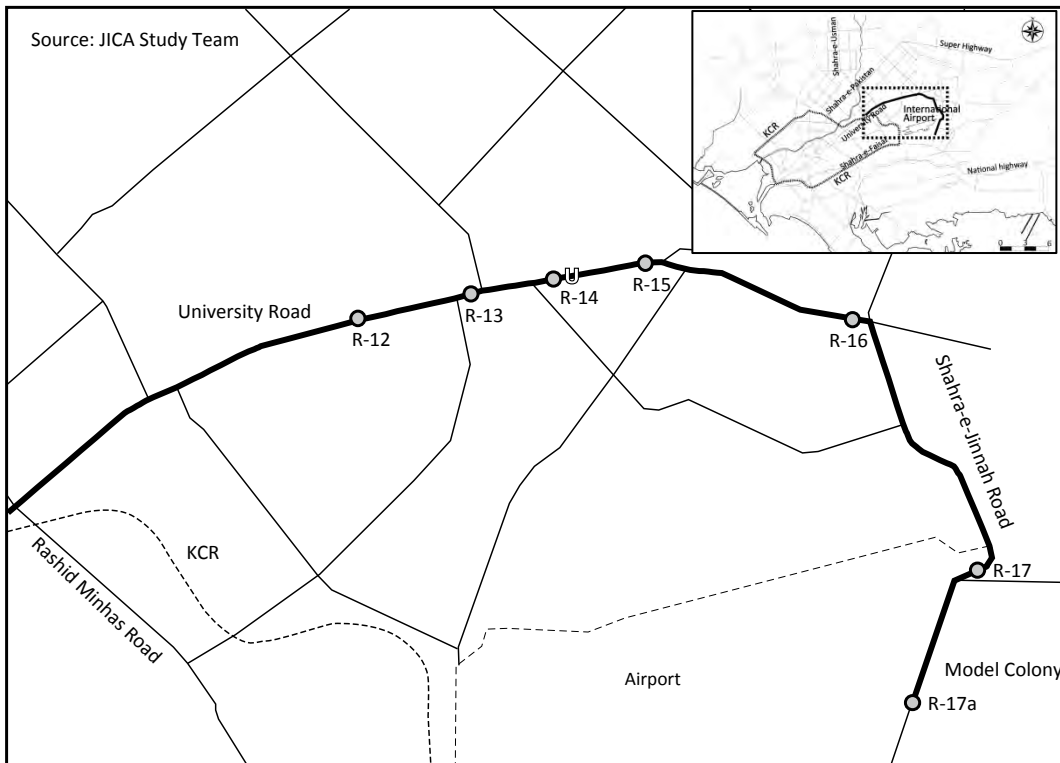
出典：JICA 調査団作成

図 26 グリーンラインの駅位置図



出典：JICA 調査団作成

図 27 レッドラインの駅位置図 (1)



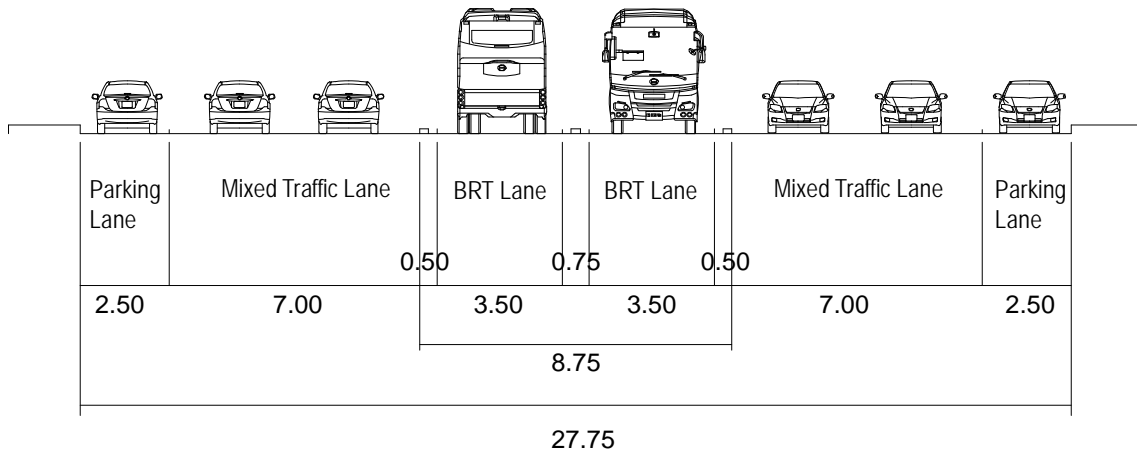
出典：JICA 調査団作成

図 28 レッドラインの駅位置図 (2)

3.3 断面構成

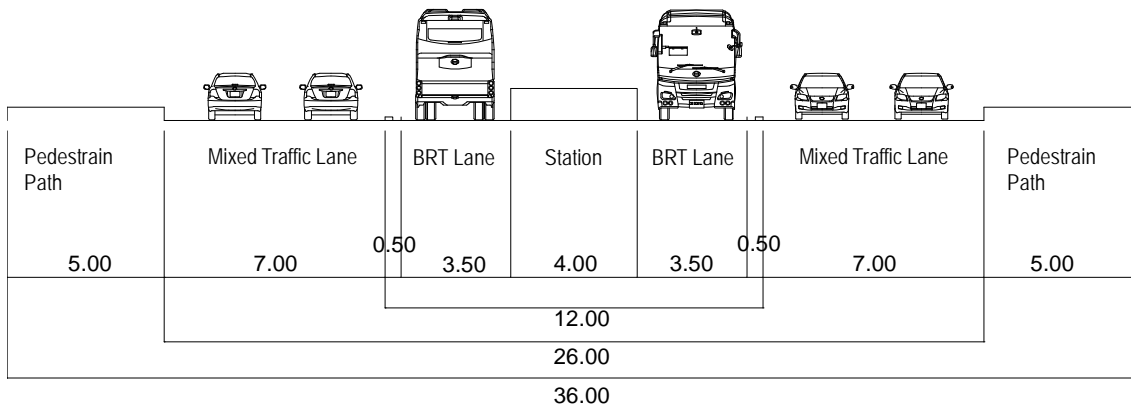
駅部分と BRT レーンの配置については調査団と KMTC との協議の結果、駅を道路中央に設け、その両脇に BRT レーンを設置することが決定された。その主な理由は他のケースと比較して、1) 建設コストが抑えられる、2) 駅を BRT レーンの両側に設置する場合に比べ建設が容易、3) BRT の無賃乗車を防ぎやすい、という点である。

BRT 専用レーンは、以下の図に示すように 8.75m の幅が必要である。



出典：JICA 調査団作成

図 29 駅間断面図

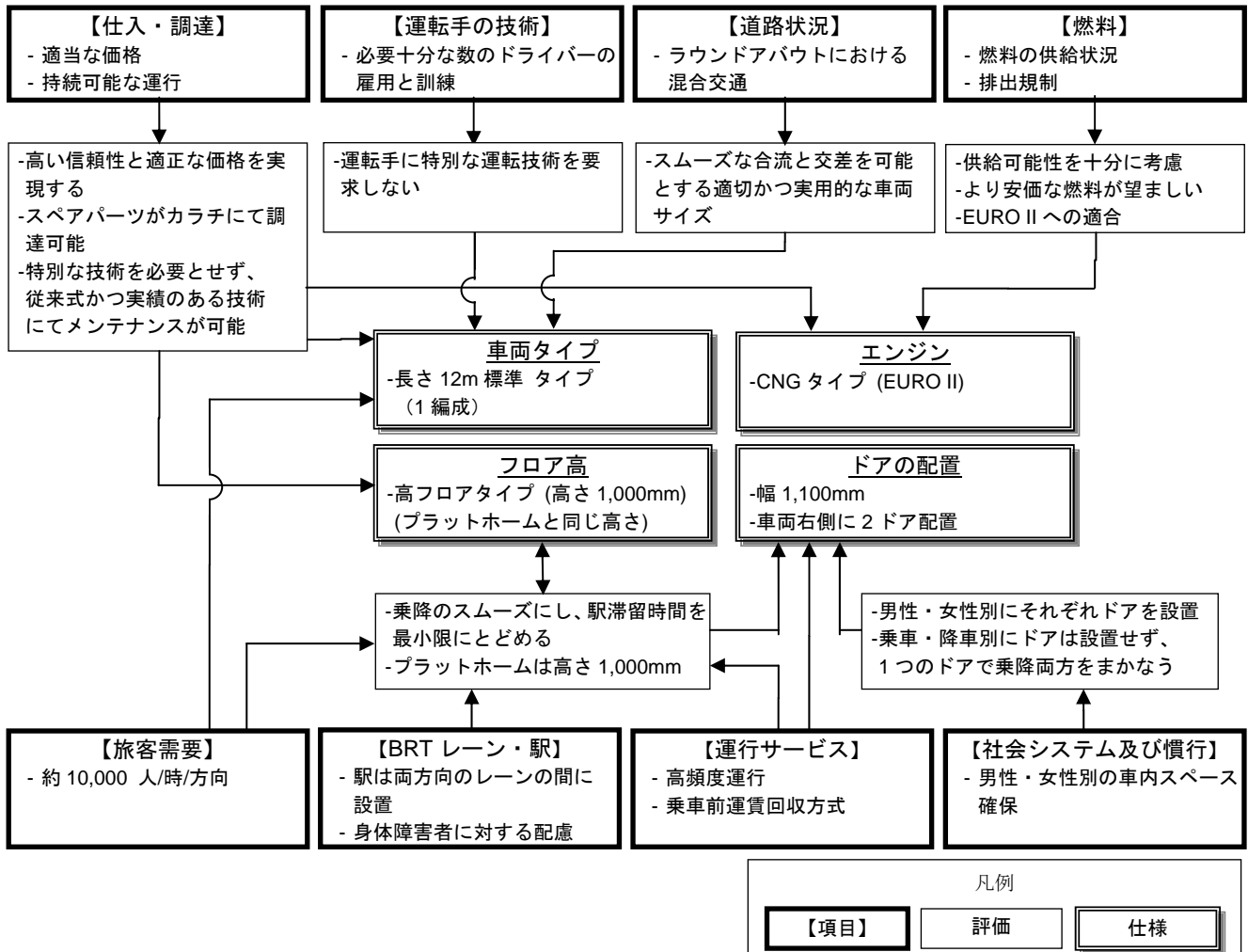


出典：JICA 調査団作成

図 30 駅部断面図

3.4 車両タイプ

車両仕様の選定に係る評価フローを以下の図に示す。選定結果として、車両タイプは標準的な 12m 長タイプのもを採用し、フロア高はプラットフォームに揃え 1,000mm とし、ドアは右側に 2 箇所設置する。



出典：JICA 調査団作成

図 31 車両仕様の評価選定フロー

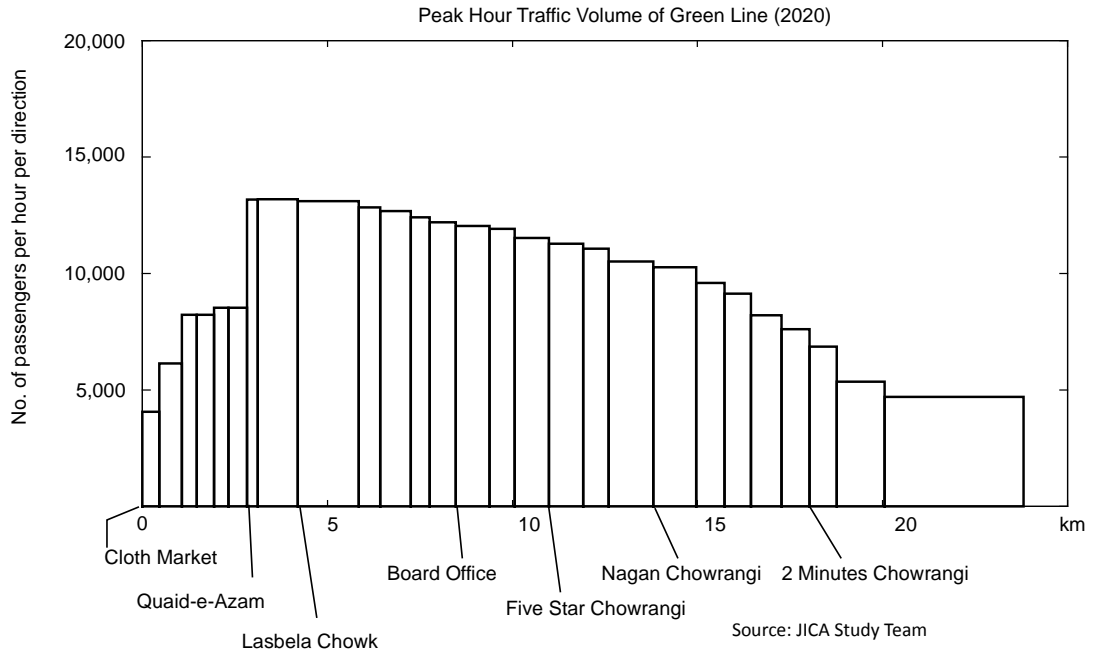
3.5 需要予測

将来輸送需要については、マスタープラン調査で作成された OD 表とネットワーク・データを利用し、道路型配分モデルによって、2020 年と 2030 年時点の予測を行なった。前提条件として、BRT の料金は一律 20 ルピーとし、他のバスとの乗り換えには追加の料金が必要であるとした。また、鉄道と BRT、バスの間の乗り換え時も料金が発生するものとした。留意したネットワークシナリオは以下の 5 つである。

- (A) グリーンライン+レッドライン+現状の道路ネットワーク (2010)
- (B) マスタープラン (M/P) ネットワーク (2020)
- (C) KCRを除いたM/Pネットワーク (2020)
- (D) M/Pネットワーク (2030)
- (E) グリーンライン+レッドライン+KCR+2030年時の道路ネットワーク

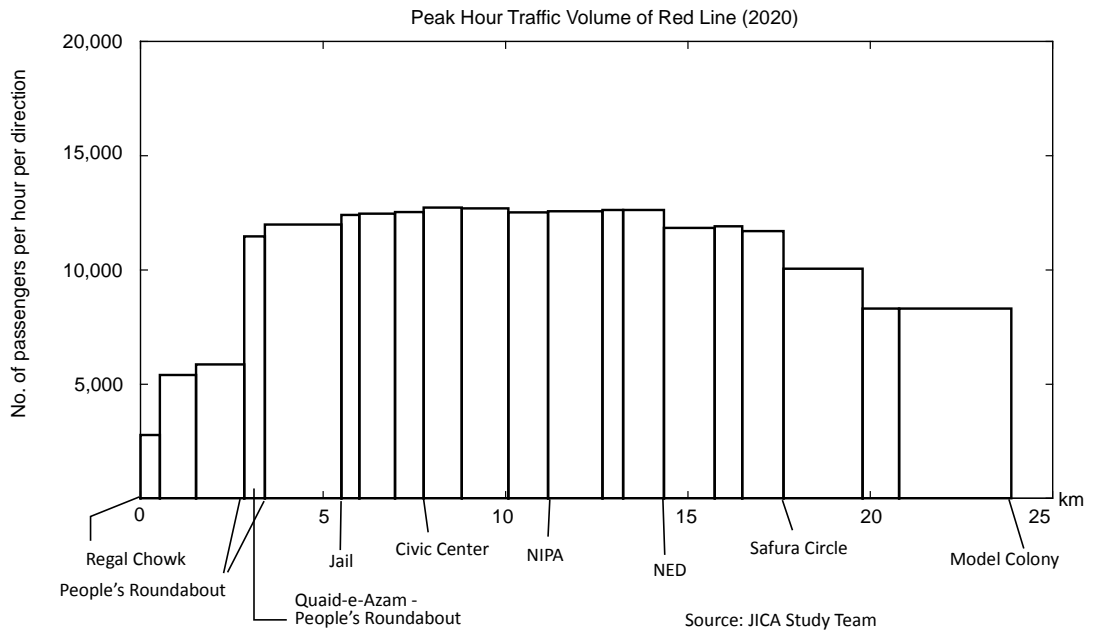
なお、各道路ネットワークはマスタープランの計画年次に従い整備されるものとする。

シナリオ(B)の需要予測結果を図 32 及び図 33 に示す。結果として、2020 年のピーク時における最大旅客需要は、グリーンライン、レッドラインとも約 13,000 人/時間/方向となった。



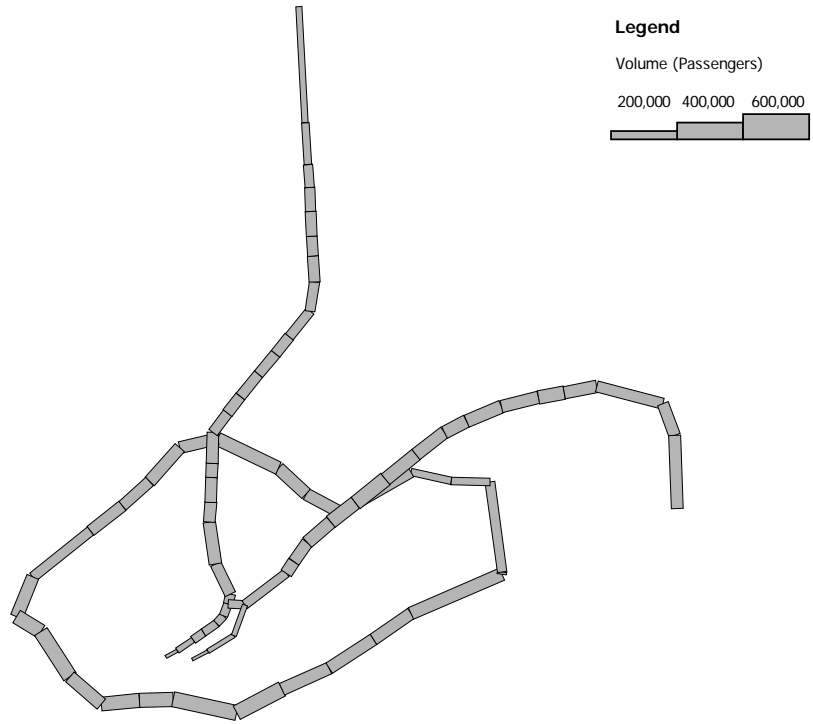
出典：JICA 調査団

図 32 グリーンラインのピーク時における旅客需要(2020年)



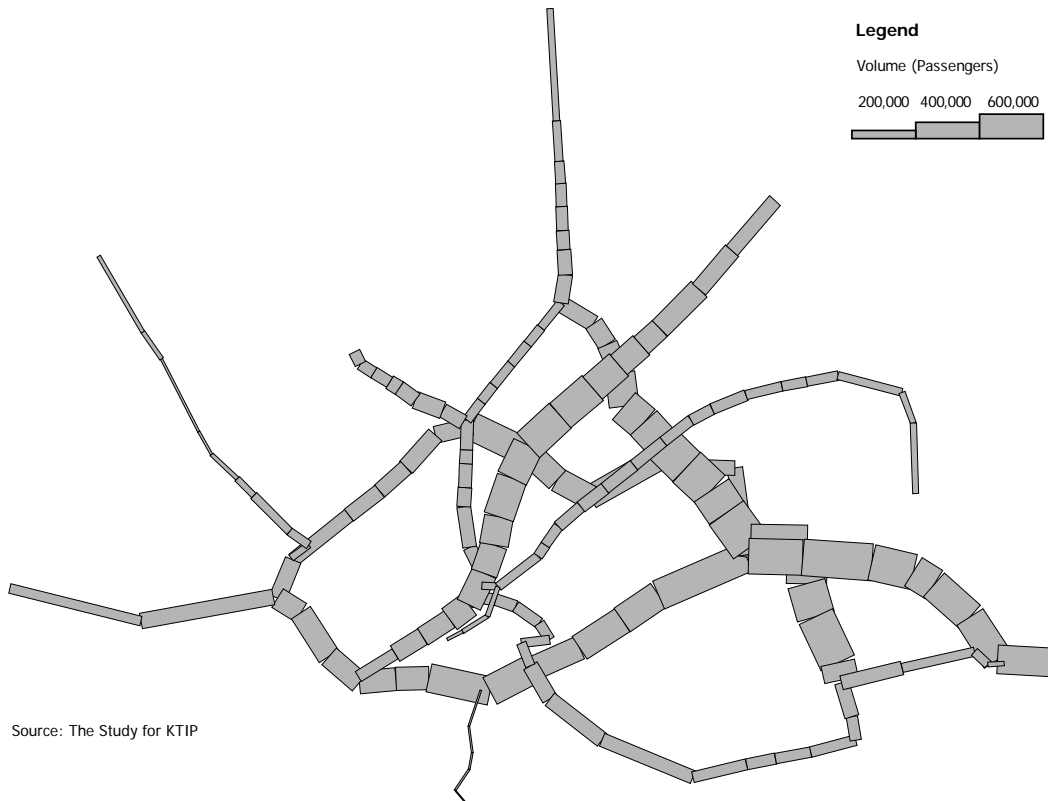
出典：JICA 調査団

図 33 レッドラインのピーク時における旅客需要(2020年)



Source: The Study for KTIP
出典：JICA 調査団

図 34 マストラの将来交通量図(2020年)



Source: The Study for KTIP

出典：JICA 調査団

図 35 マストラの将来交通量図(2030年)

3.6 車両基地の選定

車両基地に必要な主要な設備要件は、車両の点検、修理、整備、留置である。試算の結果、グリーンライン及びレッドラインの車両基地のためには、それぞれ 30,000 m² 程の敷地が必要と算出された。

上記を踏まえて調査団、KMTTC、MPGO の三者間協議の結果、車両基地の候補地は図 36 及び図 37 に示す位置に決定した。

敷地面積	51,400 m ²
位置図	

出典：JICA 調査団

図 36 グリーンラインの車両基地候補

敷地面積	17,500 m ² (Plot No.1)	12,100 m ² (Plot No.2)
位置図		

出典：JICA 調査団

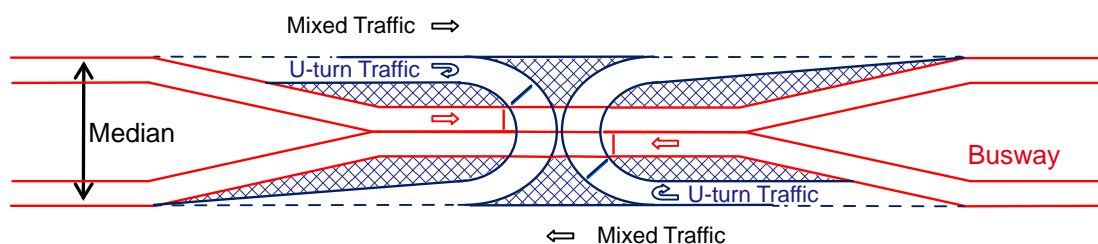
図 37 レッドラインの車両基地候補

第4章 運行計画

4.1 交通管理

(1) Uターン交通

BRT レーンと U ターン交通が交差する問題については、①BRT レーンと U ターンレーンの立体交差とする、②U ターンレーンの外部を BRT レーンとする、③U ターン位置で交通信号を設け、U ターン交通と BRT を信号によって分離する、④U ターンを廃止する、の各案が検討された。比較検討の結果、安全な交通処理の観点から、信号設置による処理が選択された。図 38 に信号設置の場合の U ターンと BRT レーンの関係を示す。



出典：JICA 調査団

図 38 Uターンレーンの信号処理

(2) ボトルネック区間

BRT の計画路線には、路側での違法駐車によるボトルネック区間があり、BRT 専用レーンを設置する事は困難である。対応策として、①ADB 調査で提案されたように、BRT 専用の高架道路を設置する、②当該ボトルネック区間のみ、専用レーンを設置しない、③道路の両側から違法駐車を排除する、といった代替案を検討した。道路幅は BRT を導入するには十分である事から、KMTC との協議の結果、違法駐車を排除する案が選択された。

4.2 運転計画

(1) ピーク時運転

ピーク時の目標輸送力は、一方向一時間あたり 12,000 人とする。バスの容量は 80 人と想定すると、一時間あたり 150 台の運行台数となり、バス運行頻度は 24 秒間隔となる。

(2) 駅停車時間

各駅での停車時間は、BRT では一般的な 20 秒を想定する。各駅においては、乗降時間に加えて、停車のための減速と出発の加速時間が必要であり、その時間は約 10～20 秒である。したがって、バスの駅停車時間は 40 秒として計画した。

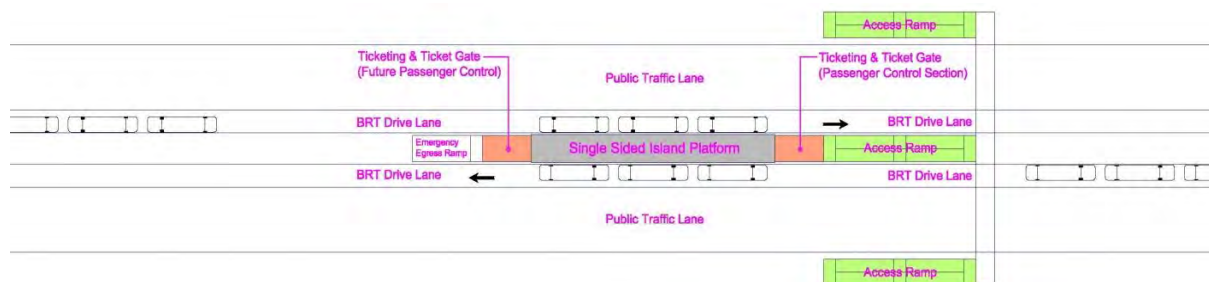
(3) 走行速度

BRT 車両の走行速度は毎時 25 キロを目標とする。

(4) コンボイ方式

バスの運行頻度が 24 秒であり、各駅で一台あたり 40 秒停車するため、バスの停車場所は

最低 2 箇所必要である。一方、BRT レーンの検討の結果、駅での追い越し車線は設置しない事となった。このため、停車場所を 2 箇所設置してもバス交通を処理する事はできない。本事業では、1 車線しかない BRT レーンで上記の運行頻度を実現するため、コンボイ方式を提案した。コンボイ方式では、2 台以上のバスが一体となって移動し、駅では同時に客を乗降させる。本事業では 3 台の連続したバスを 1 セットとして運営する。この場合 72 秒間隔で目標の輸送力を確保できる。



出典：JICA 調査団

図 39 コンボイ輸送システムイメージ

(5) バスの必要台数

上記の運行頻度は、高密度輸送が必要な区間で実現するものであり、輸送需要が低い区間ではよりまばらな運行頻度でも良い。都心部と郊外部の運転頻度を調整することで、都心部には多くのバスを運転する計画とした。この場合、グリーンラインでは、一日あたりの必要車両数は 200 台必要であり、レッドラインでは 205 台必要である。予備の車両を含め、全体で 425 台のバスを導入する必要がある。

4.3 交通信号

現在、カラチ市内の信号処理は、流入部ごとに青時間を与え、その間は他の流入部では左折交通以外、停止させておく処理方法を採用している交差点が多い。この場合、直進する BRT 車両と右折交通が交錯する事になるため、直進と右折を分離する計画とした。

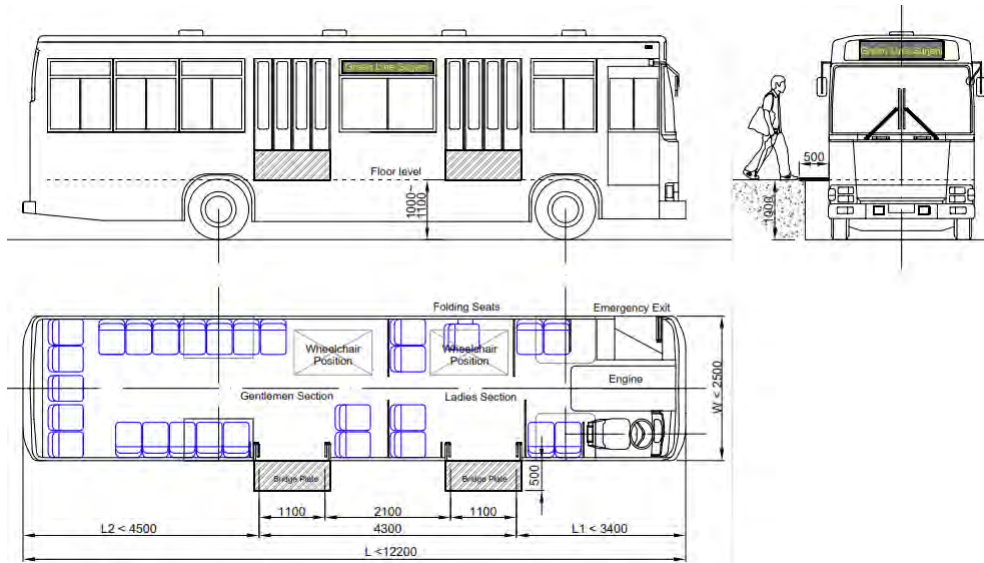
4.4 料金制度

グリーンラインとレッドラインとの運賃体系は、Rs.20 一定の料金体系を提案する。これは、距離帯別料金体系を導入するためにはチケットシステムの初期投資費用が多額になるためと、一定料金制度の方が降車時に時間がかからないためである。また、グリーンラインの郊外開発を促進する意味もある。BRT と既存のミニバスとの運賃統合は、両者の違いが大きすぎるため、現時点では提案しない。

第5章 車両計画

5.1 車両設計

全長 12m の標準タイプで、ホームから乗降を行う高床式車両を提案した。床高は 1,000mm ~1,100mm とする。車両の右側にブリッジプレートを持つ幅 1,100mm の乗降口を 2 口配置する。環境基準である EURO-II をクリアする CNG エンジンを採用する。車内は、透明のパーティションにより、前方の女性用セクションと後方の男性用のセクションとに分け、各々に座席、乗降口、車椅子用スペースを設ける。



出典：JICA調査団

図 40 車両イメージ

5.2 現地製造業者調査

カラチにおいて、完全現地組立方式により 12m 標準タイプの CNG バスを製造でき、十分な生産能力を有する主なサプライヤは次の 3 社である。

- 1) Daewoo Pak Motors (Pvt.) Ltd.
- 2) Hinopak Motors Limited
- 3) Chandhara Industries Limited

本プロジェクトにおいて調達される 425 台のバスは、長期に渡り効率的に運行されることが求められる。本 BRT が、安全性、持続性、信頼性のある公共輸送機関として市民の期待に応えるために、車両の選定において、その信頼性が重要な要素のひとつであることは言うまでもない。

5.3 調達価格推計

(1) バス車両

パキスタンでは、国内の自動車産業の保護と活性化を目的として、完成車の輸入には高い率の関税が課せられている。2011年1月現在、関税率は、車種と自動車のシリンダー容積に応じて設定されている。下表に示すとおりCNGバス（完成車）の輸入関税は免除されている。CNGバス（完全現地組立）の輸入関税も同様に扱う。

表 5 乗車人数 10 人以上の車両の輸入関税率

Pakistan Custom Code	Tariff Description	Custom Duty (%)
87.02	Motor vehicles for the transport of ten more persons, including the driver	
	With compression-ignition internal combustion piston engine (diesel or semi-diesel)	
8702.1010	--- Components for assembly / manufacture of vehicles, in any kit form	20
	--- Other	20
	Other	
8702 9010	--- Components for assembly / manufacture of vehicles, in any kit form	20
8702 9020	--- Fully dedicated CNG buses (CBU)	0
8702 9030	--- Fully dedicated LPG buses (CBU)	0
8702 9090	--- Other	0

出典：www.pakcustoms.org/pakistan_customs_tariff/

バスの車両費は、2011年12月現在の車両価格に、BRTのための設備の費用を加えて算定した。費用の内訳は、60%を外貨、40%を内貨とする。また、バスの寿命は走行距離10万キロとする。

(2) バス車両費および車両整備機材費

本事業におけるバス車両費（一台あたり）と整備機材費は、表6に示す通りである。

表 6 バス車両費および車両整備機材費

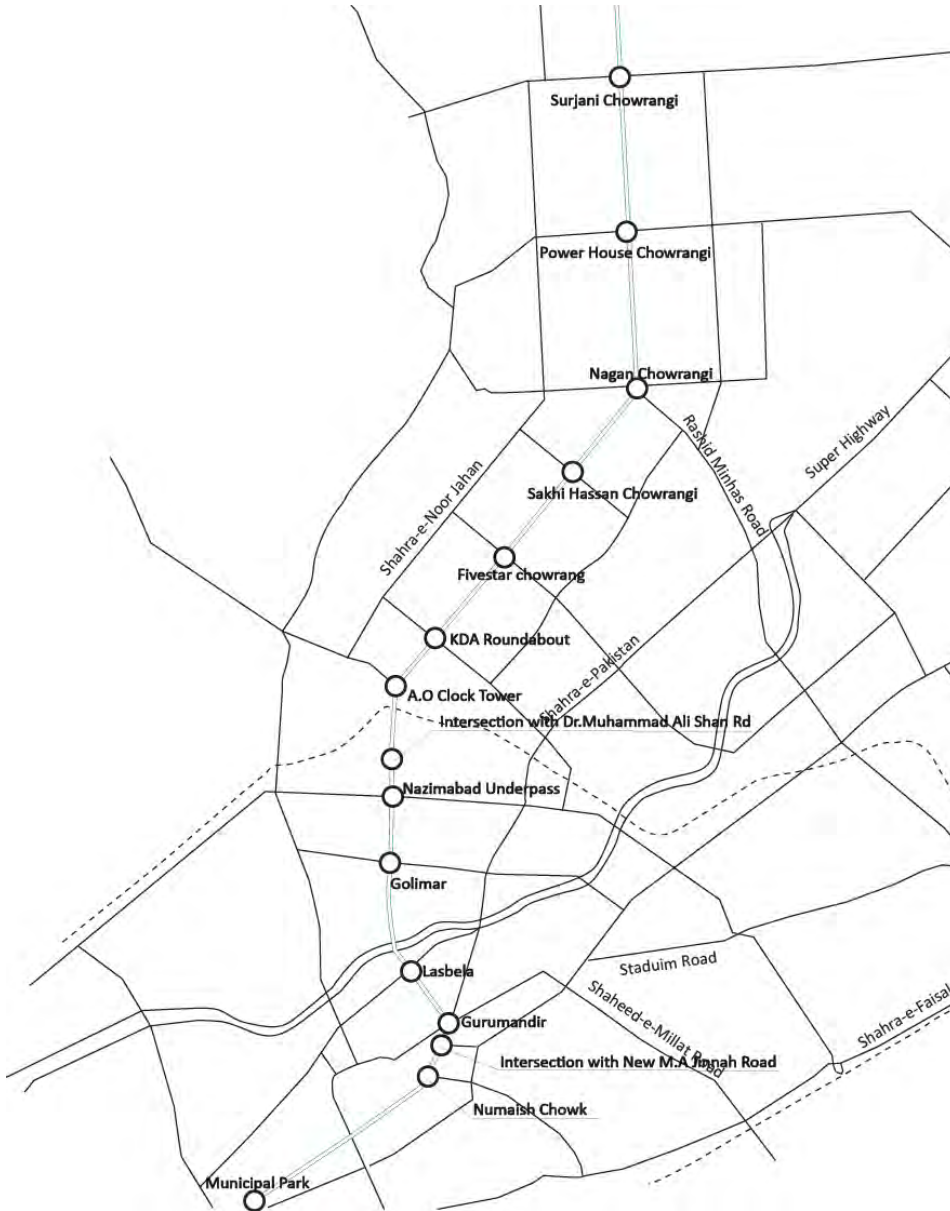
	一台あたりバス車両費 (Rs. 1000)	整備機材費（車両基地2箇所） (Rs. 1000)
内貨	3,100	0
外貨	7,245 (輸入関税は免除)	130,200 (5%の輸入関税を含む)
小計	10,345	130,200
税率	16%	16%
合計	12,000	151,032

出典：JICA調査団

第6章 施設設計

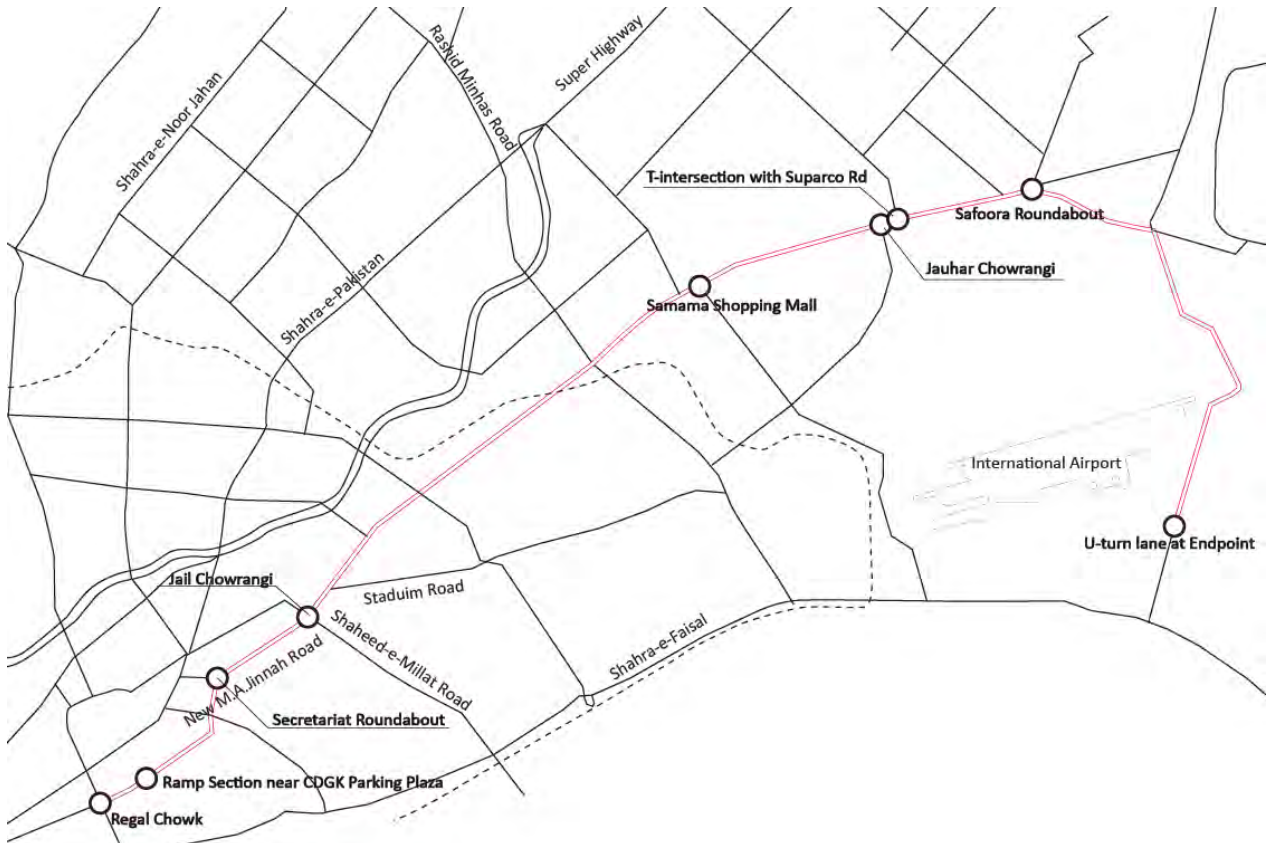
6.1 平面線形

グリーンライン及びレッドラインの平面線形は下図に示すとおりである。



出典：JICA 調査団

図 41 グリーンライン路線図



出典：JICA 調査団

図 42 レッドライン路線図

6.2 横断、平面設計

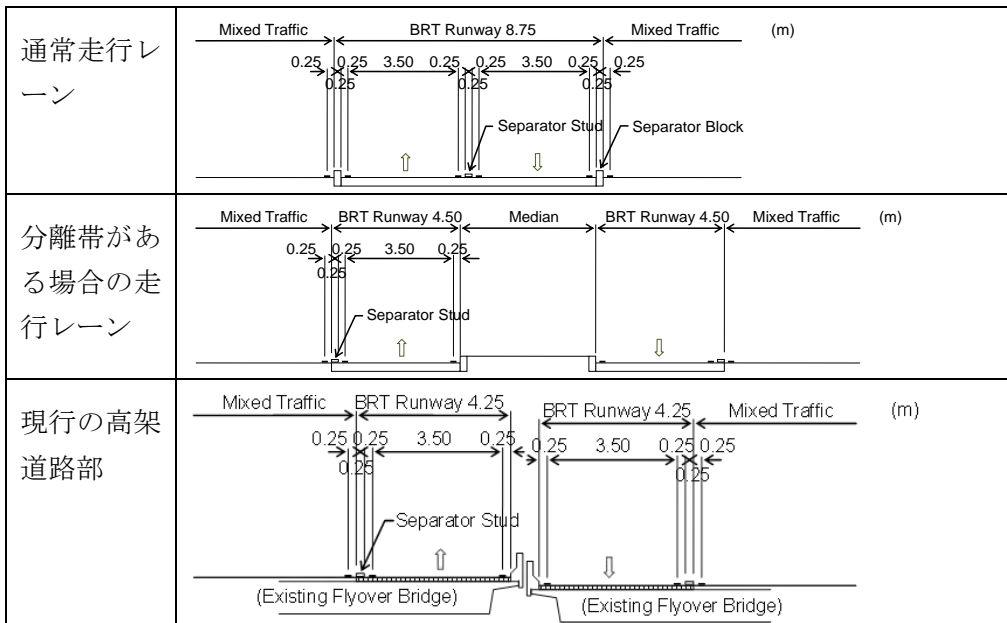
BRT 走行レーンについては、車両が時速 40 km の速度での走行が可能ないように、以下のように設定した。

表 7 走行箇所毎の道路幅

走行箇所	原則 (m)	最小 (m)
BRT 走行レーン	3.50	3.00
BRT 駅部停車帯	3.00	3.00
BRT と一般車両の混在レーン	3.50	3.00
側道部	3.00	2.00
歩道橋及びランプ	3.00	2.00

出典：JICA 調査団

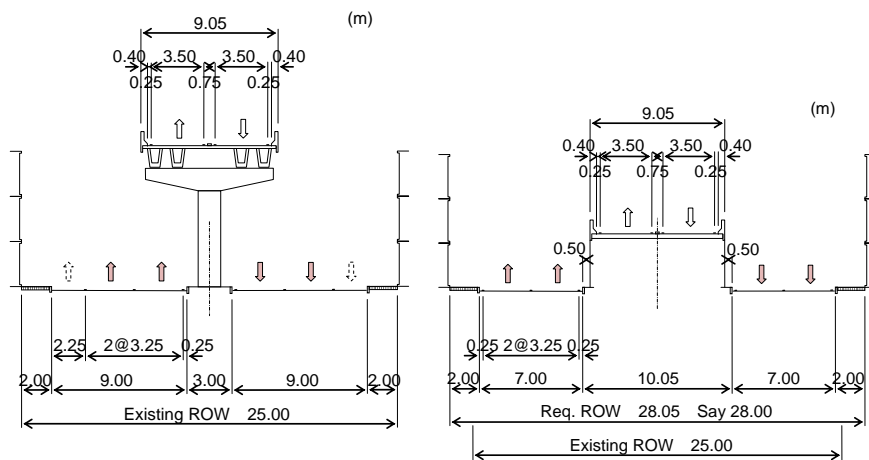
上記の指標にもとづき、一般的な BRT 走行レーンについて、横断面を設計した（下図）。なお、BRT 走行レーンにおける舗装形式は、耐久性を重視し、コンクリート舗装とする。



出典：JICA 調査団

図 43 横断面

本計画においては、レッドラインの起点部分に高架構造が計画された。BRT 専用的高架構造部について以下に示す。



出典：JICA 調査団

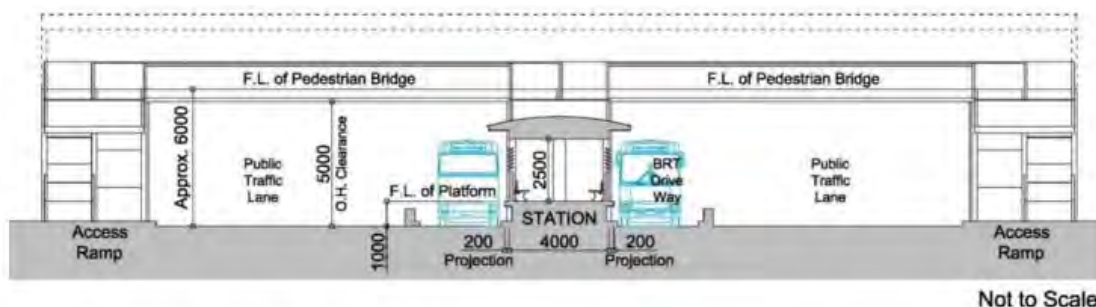
図 44 高架部横断面

高架部の構造は RC 構造、柱間隔を 25m とし、柱設置にあたり道路中央部に 3m の用地幅を要する。これら高架構造物を設置した場合の歩道を含めた道路幅 (ROW) は 25m となる。一方で、高架部から地平部への取り付け部分においては、敷設用地幅 (ROW) が 28m となる。

6.3 駅 (バス停) の設計

BRT の走行車線を道路中央に配置及び、バスの出入り口が車両の右側における駅 (バス停) の設計を行った。横断面は図 45 に示す通りである。乗客のアクセスのためのランプは折り

返しタイプのものとし、ランプの幅は最小 4.2m とする。これは、車いす利用のすれ違いの幅（最小 1.8m）が考慮されたものとなっている。また、プラットホーム及び、券売エリアの幅は最小 4.0m とする。



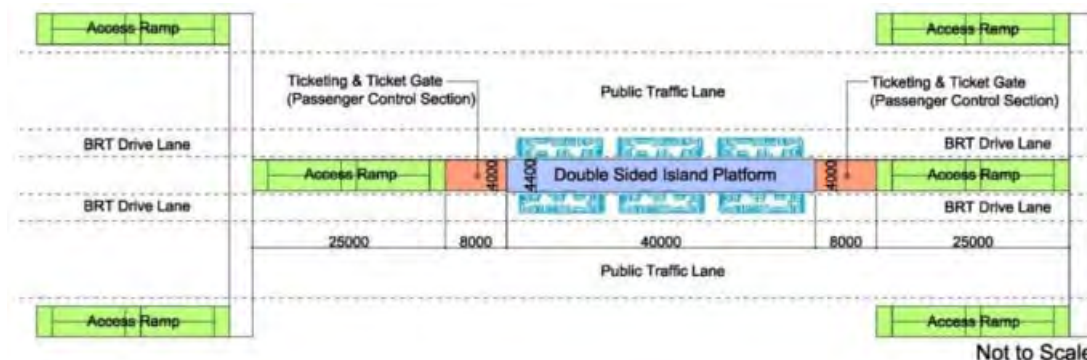
出典：JICA 調査団

図 45 BRT 駅の横断設計

標準的な駅のレイアウトは図 46 に示す通りである。プラットホームの全長は、片方向にバス 3 台が発着でき、かつ駅における停車状態の車両間隔 1m を確保し、計 40m とする。

アクセスランプの設置、ホームの形式については、現状の道路幅員に応じて、以下のような駅形式がある。

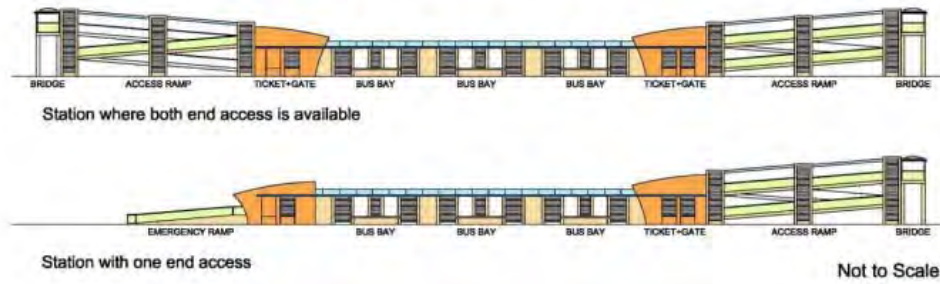
- ① 単一プラットホーム（片側からのアクセス）
- ② 広幅員プラットホーム（両側からのアクセス）
- ③ 高架駅



出典：JICA 調査団

図 46 BRT 駅部の平面設計

駅には、歩道橋を通過してアクセスする事になる。アクセスランプの勾配は、車いす利用者や高齢者が移動しやすいように 1:12 と設定され、また、高さ 75cm 毎に踊り場を設ける形とする。これは、ユニバーサルデザインの概念に基づく設計である。なお、アクセスランプの用地が確保できない場合には、階段を設置する。アクセスランプ及び階段には、乗客の落下防止のため、手すりを設ける。加えて、歩道橋部分の幅は、空間を確保できない場合を除き、最小 3m の幅を確保する。



出典：JICA 調査団

図 47 駅へのアクセス

料金收受の方法については、入口部分における切符販売機の設置、もしくは有人販売所の設置による切符販売とし、切符を購入した乗客はチケットゲートを通過する方式とする。なお、チケット販売エリアはアクセスランプを抜けた先、プラットホームに隣接して設置する。

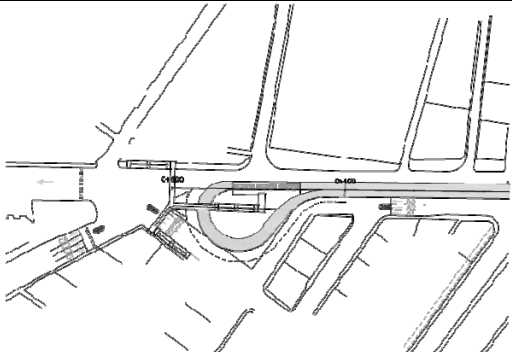
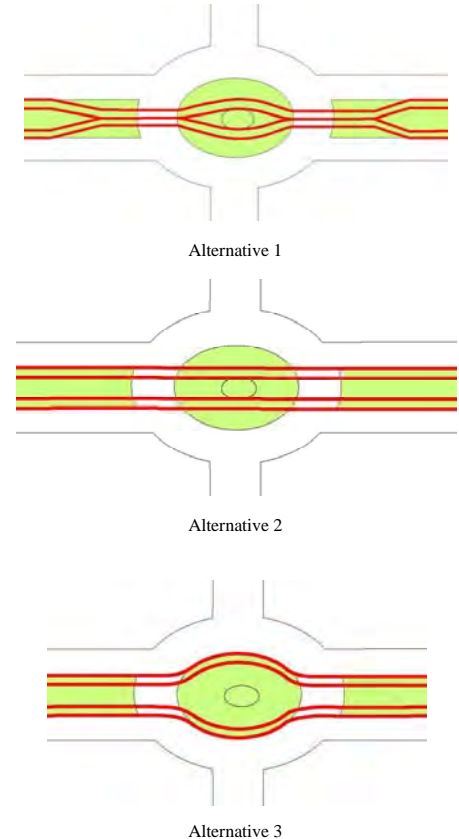

乗降部について、乗客の安全性を考慮し、視覚的に明示するタイルもしくは、塗装する計画とする。

駅付帯施設として、①電力供給施設、②雨水処理施設、③照明施設、④排熱、日照施設、⑤安全、防犯施設、⑥サイン（標識）、⑦防火設備 を計画している。

6.4 交差点

BRT レーンと交差点について、BRT の運行を妨げないように BRT 優先の交通マネジメントを実施する。各交差点において、CCTV（Closed-Circuit television）を設置し、BRT が交差点に近づくと、一般車両の交差点への進入を止め、BRT 優先の信号処理を行う形式を提案している。また、交差点部分においては、分離帯を設けることはできないため、BRT 走行レーンに一般車両が進入することを防ぐため、カラー舗装を行う。

グリーンラインの起点では、既存の公園用地を利用し、Uターンを設置する。レッドラインの起点でも Uターンを設置する必要があるが、ここでは必要な道路幅が確保できないため高架の Uターンとなる。また、グリーンライン上にあるラウンドアバウトでは、大規模な交差点改良が必要である。図 48 は、これら交差点の改良を図示したのである。

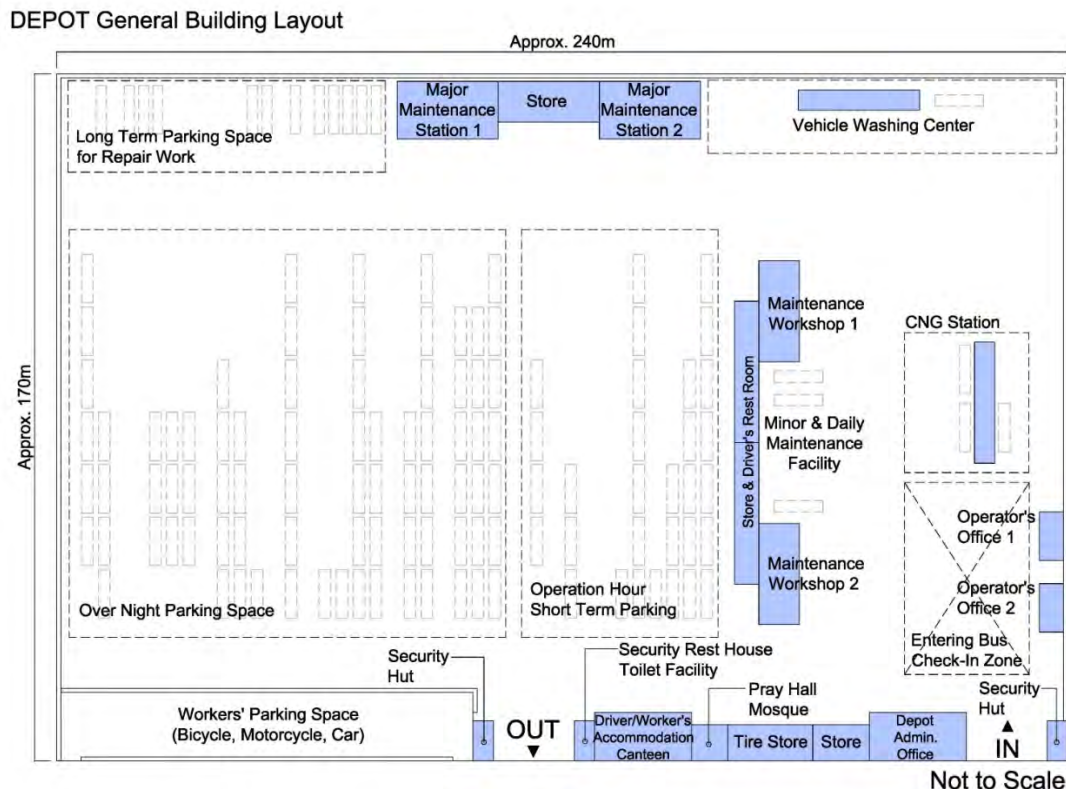
グリーンライン		
<p>Municipal Park における U ターン</p>		<p>グリーンラインの起点部分となり、Municipal Park の土地を利用した BRT 専用の U ターン施設を設ける。一般車走行レーンは、この U ターンレーンの下側に設け、BRT の走行との交錯を避けるように、交差点改良がされる。</p>
<p>KDA ラウンドアバウト</p>		<p>本ラウンドアバウトは大規模な改良が必要で、以下の代替案がある。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) BRT レーンの交差点占有を最小とするため、ラウンドアバウト手前にて BRT レーンを合流させ、中心のモニュメント部分を迂回させ、ラウンドアバウト区間後に再び中央分離帯に沿った走行レーンとする形式、 2) BRT の走行速度を落とさないために、直線のままラウンドアバウトを通過する形式、 3) 現行のラウンドアバウトの形状を残したままとし、その内側部分に BRT レーンを設ける形式 <p>本調査では第 1 案を採用する。</p>
レッドライン		
<p>Empress Market 付近の高架区間</p>		<p>現行道路幅員が狭いため、本地域において高架区間を設ける。交通島及びモニュメントを除去し、起点となる駅を設ける。BRT 駅へのアクセスはランプを使用する形式とする。</p>

出典：JICA 調査団作成

図 48 主要な交差点改良箇所

6.5 車両基地、ターミナル

車両基地に必要な設備は、点検/修理のための施設、燃油供給施設、車両洗浄施設、タイヤ及びメンテナンス用品収納庫である。運営上必要な施設として、車両基地管理事務所、運行管理者及び運転手用の休憩施設がある。この休憩施設には、トイレ、食堂、仮眠施設が含まれている。車両基地、ターミナルにおける標準レイアウトは以下の通りである。



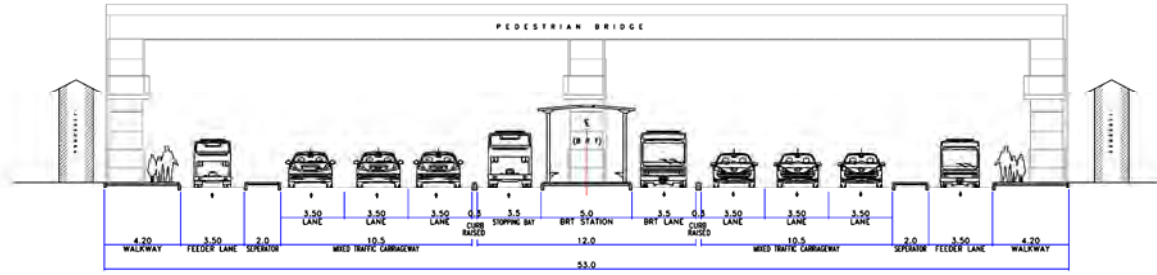
出典：JICA 調査団

図 49 車両基地、ターミナルにおける標準レイアウト

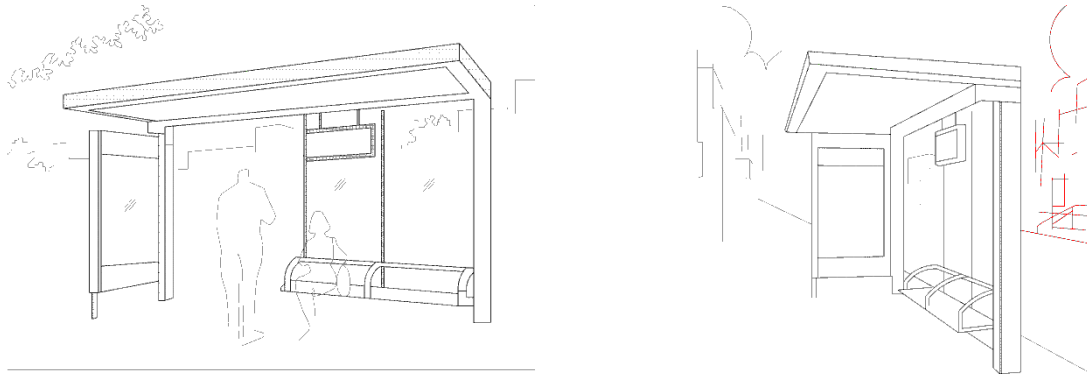
6.6 交通結節施設

現況の路線バスが集中する箇所、もしくは将来的な BRT からのフィーダーサービスが想定される地区において、BRT からの円滑な乗り換えを目的とした交通結節施設を整備する。具体的には、BRT 駅に平行する歩道を外側にずらし、車道の外側でバス停を設置する。

カラチ環状鉄道との接続については、レッドラインとの交差箇所として Gulushan-e-Iqbal フライオーバーを撤去し、道路を平面に、鉄道を高架にする案を提案している。



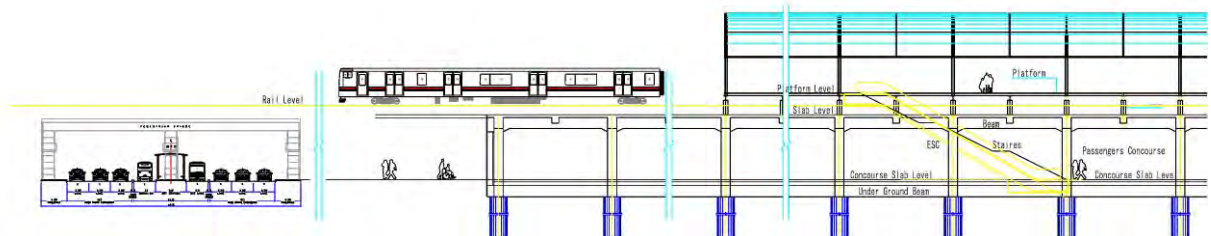
横断面図



フィーダー用バス停

出典：JICA 調査団

図 50 フィーダー・既存バス停の概念プラン



出典：JICA 調査団

図 51 BRT 駅と KCR 駅の接続

6.7 建設費積算

今回の BRT 事業では特殊工法がないことから、CDGK の道路建設等の実績をベースに、また補完的に NHA (National Highway Authority) 及び、ITDP 発刊の“BRT Bus Rapid Transit Planning Guide” (June, 2007) における単価を用いて建設費を推計した。その結果、建設費の総額は、51 億 8700 万円と推計された。

第7章 環境社会配慮

7.1 スコーピング

建設前、建設期間中及びプロジェクト供用期間における環境社会配慮に関するスクリーニング、及び初期環境社会配慮に関する調査の結果、建設期間中には騒音・振動・大気汚染及び工事区間における著しい交通渋滞が発生することが想定された。ただし、自然ならびに社会環境に対する非可逆的かつ著しくネガティブな影響は見当たらないことから、当プロジェクトはカテゴリーBに分類されると想定し、住民移転や自然環境への非可逆的な影響などの環境に対するネガティブな影響が本当に生じないかどうか EIA 調査を実施して、環境への影響を精査した。

7.2 EIA 調査の実施

対象路線の EIA 調査にかかる現地再委託の入札は 2011 年 12 月に実施され、カラチに本社を置く EMC 社に EIA 調査を再委託した。調査期間は 2012 年 1 月～4 月で、下記のような工程で実施された。

- | | |
|-------------------|---|
| 1) 2012 年 1 - 3 月 | 現地調査 |
| 2) 2012 年 1 月末日 | 第 1 回 ステークホルダー協議開催
(スコーピング段階、プロジェクト概要について) |
| 3) 2012 年 3 - 4 月 | ドラフト EIA 作成 (影響評価、緩和策検討等) |
| 4) 2012 年 4 月末日 | 第 2 回 ステークホルダー協議開催
(ドラフト EIA 段階、EIA 調査結果の内容について) |

EIA 調査実施にあたり、パキスタン国内法によって定められた各種の環境アセスメントガイドライン、JICA 環境社会配慮ガイドライン並びに世界銀行のオペレーション・マニュアル (BP 4.01—BP 4.12) を本件調査業務の EIA 調査ガイドラインとして参考にした。

7.3 代替案検討

グリーンラインにおける M.A. Jinnah Road の Tower までの延伸検討においては、工事中における一般車の渋滞、駅施設設置に伴う用地取得の可能性から、Tower までではなく、Cloth Market までが望ましいという結論になった。また、グリーンライン及びレッドラインのデポ位置検討においては、現況の土地利用を勘案して用地取得や住民移転の有無の観点から評価し、影響の生じない候補地を選定した。

7.4 影響予測、緩和策検討

騒音・振動・大気汚染・水質汚染・土壌汚染及び流失、都市圏における動植物の生態系、社会環境に対する影響について予測し、必要な緩和策を検討した。

(1) 騒音・振動・大気汚染

工事期間中には騒音・振動及び粉じんが発生するが、限定的な影響のみである。緩和措置としては工事区域周辺の防音壁の設置や散水のほか、工事用車両及び重機の定期的なメン

テナンス、計画的・効率的な作業計画の策定等を提案する。供用時にはバイク、一般車及び既存バス路線乗客から BRT へのモーダルシフトに伴う道路交通量の減少が想定され、それに伴う騒音・振動・大気汚染の減少が期待される。

(2) 水質汚染・土壌汚染並びに流失

既存道路用地内における建設であるため、大規模な切盛作業はなく、水質汚染・土壌汚染並びに土壌の流失は、本事業の建設期間並びに供用期間を通じて発生しないと考えられる。

(3) 都市圏の生態系に対する影響

動物相においては、一般的に都市圏の住宅街並びに工業地帯に存在する小型哺乳類等が確認されている。本事業は既存道路上を利用するため、現存の動物相に対して著しい影響は生じないと考えられる。

植物相においては、プロジェクト実施に伴い、既存道路中央分離帯並びに歩道上の街路樹の改変が想定される。現地調査の結果、改変部に生育する植樹は、成木・幼木合わせて、グリーンラインで約 2,200 本、レッドラインで約 9,000 本であった。このため、緩和措置としては、設計段階から可能な限り伐採面積の縮小に努め、改変区域内の樹木の移設や、伐採樹木に対する補償的植樹をデポ周辺及びカラチ市内にて実施する事を提案する。

(4) 工事実施に伴う社会環境への影響

本事業では、住民移転や用地買収などの社会環境に対する非可逆的な影響は発生しない。ただし、レッドラインの駅（21 番）における歩道橋建設部分では、建設開始前に約 36 箇所のキオスク（構造：竹 4 本を立てて屋根用の布を張り渡し、その下に物売り台を置いた非永久構造物）の移転が必要となる。

当該キオスクは CDGK に対して 1 ヶ月あたり Rs.1,000 のライセンス料を支払っている。このため、BRT の建設工事開始 15 日前までに「近隣地域に移動して商業活動を継続する」よう CDGK が書面にて要請することになっている。この措置による商業活動の停止や就業機会を喪失するケースは発生しない。

(5) プロジェクト供与後の自然・社会環境への影響

供与開始後の自然・社会環境に対する非可逆的あるいは著しい負の影響は発生しない。

7.5 モニタリング計画検討（環境管理・監視計画）

建設工事期間中は、工事区間における騒音・振動・大気汚及び交通渋滞に対する対策が必要である。このため、これを担当する CDGK の組織構築が必要となる。また、当該環境管理・監視計画に関する実施内容は工事契約書に記載されなければならない。工事施工業者は契約書に記載された事項に則って環境管理・監視体制を構築し、CDGK の当該組織担当者の監視のもとで環境管理・監視計画を実施しなければならない。

プロジェクト供与開始後は、環境管理・監視を担当する CDGK の組織が騒音等を定期的に監視するほか、環境モニタリング計画に基づいて公衆衛生設備の機能チェックなどを実施

しなければならない。モニタリング実施に伴って指摘された項目については当該作業項目を担当する CDGK の組織が速やかに改善を実施し、実施の有無及び実施に伴う問題点を記録して、その後の環境管理・監視計画の改善に役立てることが求められる。

7.6 ステークホルダー協議開催支援

スコーピング段階及びドラフト EIA 作成時にステークホルダー協議を開催した。

表 8 ステークホルダー協議実施状況（調査団作成）

ステージ	内容	開催日	会場
スコーピング段階	-事業概要の説明 -EIA 手法についての説明 -質疑応答	2012 年 1 月 31 日	Taimuria Library
		2012 年 2 月 28 日	NED University
ドラフト EIA	-事業概要の説明 -環境影響評価の結果の概要の説明 -質疑応答	2012 年 4 月 26 日	Taimuria Library
		2012 年 4 月 27 日	NED University

第8章 事業効果

8.1 運用効果指標

運用指標は、事業の運営状況を定量的に測る指標であり、効果指標は事業の効果発現状況を定量的に測る指標の事で、事業の事後評価に用いられる。

本事業においては、以下の表に示す指標を採用した。

表 9 運用・効果指標

種類	指標	指標の詳細	単位	運行開始2年後の目標値	
運用指標	A	乗客輸送量	1日当たりの乗車人数	人	700,000
	B	駅別乗客輸送量	1日当たりの駅別乗車人数	人	8,750
	C	輸送量（台・キロ）	1日当たりの車両数x km	台・km	146,820
	D	バス本数	1日当たりのバス本数	本数	4,241
	E	輸送効率	A / E	人/本数	165
	F	輸送効率	A / 従業員数	人	265
	G	1日当たり運行された台数の年間平均	1日当たり運行された台数の年間平均	台	344
	H	1日当たり運行可能台数の年間平均	1日当たり運行可能台数の年間平均	台	405
	I	車両運行率	(G / H) x 100	%	80 - 90 %
	J	車両稼働率	(H / 合計車両数) x 100	%	80 - 90 %
効果指標	A	乗客輸送量	1日当たりの乗車人数	人	700,000
	K	走行スピード性能	運行速度 / 想定速度 (27.4km/h)	%	80 - 90 %

出典：JICA 調査団

8.2 環境改善効果

本事業の実施により、対象路線沿いの NOx 排出量が 26%減少すると推計された。騒音の減少についても分析したが、対象路線沿いで 0.1～0.2%程度の減少であり、特に目立った効果は予想されなかった。

温室効果ガスの削減効果については、年間約 42 トンの減少と推計された。

8.3 定性的・定量的効果の確認

(1) 定性的効果

本事業においては、以下のような効果が期待される。「犯罪の減少」は、駅部に設置される監視カメラの効果によるものである。

- 都市のイメージの向上
- 女性トリップの増加
- 犯罪の減少
- 歩行者の安全性向上
- 都市開発

(2) 定量的効果

数値的に把握できる事業効果としては、以下に示す効果が期待される。このうち、「道路交通への影響」については、必ずしも良い影響とは限らず、現在の需要予測の想定ではむしろ悪影響を与える結果となっている。

- 道路交通への影響
- 旅行時間の短縮
- 車両運行費用の減少

8.4 経済・財務分析

8.4.1 経済分析

(1) 方法論

経済分析では、経済的内部収益率（EIRR）を計算し、国民経済の観点から本事業を評価した。経済便益としては、交通プロジェクトで一般的に採用される、①旅行時間の短縮、②車両走行費用の減少を推計した。これらの推計にあたっては、With-Without の原則により、事業がある場合とない場合を比較した。

(2) 初期投資費用

経済費用としての初期投資費用は、事業費から税金・物価上昇・建設期間中金利を除外して、14,961 百万円と推計された。事業費には含まれない経済費用として、中央分離帯や植樹の喪失という費用があるが、金額としてわずかであるため除外した。

なお、Without Case では初期投資費用は発生しないが、With Case で車両の新規購入費用を計上していることから、BRT 導入によって不要となる車両の更新分を、既存バスの走行キロ

あたり Rs. 4,268 と推計した。これは、既存のミニバスが 5 年おきに約 100 万ルピーの費用で大規模修繕されているという現地でのヒアリングをもとに推計したものである。なお、この分は「車両運行費用の減少」の中に含めた。

(3) O&M 費用

第 9 章で推計されている O&M 費用のうち、車両運転費・維持補修費を除いた費用を With Case の O&M 費用とした。すなわち、人件費、一般管理費、インフラ維持管理費である。

Without Case においては、人件費としては運転手の給料 (Rs. 6.76/km)、インフラ維持管理費としては BRT レーンに該当する車道部分に要する費用につき、With Case と同じ金額を計上した。なお、コンクリート舗装にした分、道路部分の維持管理費は With Case が安くなるはずであるが、全体への効果はわずかと想定されるため、同額とした。

(4) 車両走行費用 (VOC)

本事業では走行キロあたりの燃料単価が安い CNG バスを導入する予定であるが、冬期には CNG 不足になる現状から、安全サイドとなるディーゼルの場合の費用を用いて費用を推計した。BRT の車両は燃費を 2.9km/L を想定し、通常のバスは現地の走行調査の結果から 2.63km/L と想定した。ディーゼルの価格は 2011 年 12 月の Rs. 94.16 を採用した。なお、この価格は税金を含んでいるため、経済価格に変換するため、1.16 で割った数値を利用した。

With Case で、バイクから BRT に移る分のバイクの VOC については、燃費を 40km/L と仮定し、ガソリン代を Rs. 100/L、車両価格 Rs.60,000、総走行距離を 5 万キロとして、Rs. 3.46/km と推計した。

自動車の場合も同様に、燃費を 18km/L、車両価格 Rs. 800,000、総走行距離を 20 万キロとして、Rs. 8.8/km と推計した。

(5) 旅行時間の短縮

With Case の BRT 利用者の旅行時間は、時速 25km として計算した。Without Case のバス利用者は現在の旅行速度である時速 17km とした。Without Case におけるバイク、自動車の速度については、将来的に BRT の速度である時速 25km より遅くなる可能性はあるが、今回の日単位の需要予測モデルでは正確な予想は困難である。このため、バイク・自動車からの転換する分の旅行時間短縮については推計しなかった。

(6) 車線数減少による効果

本事業では車線数が減少するため、自動車からの転換が少ない場合には道路がより混雑する結果となる。2020 年以降の需要予測ではバス利用者からの転換が多く、容量制限 (12,000 人/時間) があるため、BRT 導入による車両数の減少 (乗用車約 1,000 台分) よりも、喪失する道路容量の方が多少大きいと予想された。ここでは、Without Case の走行速度を、2010 年の走行速度調査から得られた 33km/h とし、With Case の走行速度を 10% 減の時速 29.7km として仮定した。影響を受ける台数については、需要予測から台キロを推計したものを利用した。

(7) Uターンにおける信号遅れ

本事業は U ターン箇所では信号を導入するため、これまで発生していなかった信号待ちが生じる。ここでは、一台あたりの平均待ち時間を 40 秒と仮定して U ターンにおける時間損失を推計した。

(8) 経済的内部収益率 (EIRR)

EIRR は 26% と推計された。感度分析で費用が 20% 増加した場合、便益が 20% 減少した場合、及び費用が 20% 増加して便益が 20% 減少した場合のどの場合でも一般的な経済分析での投資基準とされる 12% を上まわっており、国民経済にとって有益な事業である事が示された。路線別には、グリーンラインの EIRR が 24.4%、レッドラインは 26.2% と推計された。

表 10 EIRR の感度分析

Base case	+20% in Cost	-20% in Benefit	+20% in Cost & -20% in Benefit
26.0%	21.5%	20.6%	16.5%

出典：JICA 調査団

8.4.2 財務分析

本事業の収益性を検討するため、財務的内部収益率 (FIRR) を推計した。なお、ここでの分析はプロジェクトに着目した分析である。借入等を考慮した詳細な財務分析は第 9 章で整理している。

料金収入は一日あたり利用者 70 万人、料金水準 Rs.20 として計算した。結果は、FIRR は 4.3% である。感度分析の結果は、費用が 20% 増加し、収入が 20% 減少する場合でも 1.1% でマイナスになる事はない。路線別には、グリーンラインの FIRR が 4.1%、レッドラインは 4.4% と推計された。

表 11 FIRR の感度分析

Base case	Capital Investment	Revenue	O&M
	+10%	-10%	+10%
4.3 %	3.1 %	1.3 %	1.1 %

出典：JICA 調査団

第9章 運営・維持管理計画

9.1 運営・維持管理費用(O&M)の推計

運営・維持管理(O&M)にかかわる費用は、①人件費、②車両運転費、③車両維持補修費、④車両保険、⑤その他管理費、⑥インフラ維持管理費に分類して推計した。なお、推計にあたっては「保守主義の原則」にもとづき、財務的に安全側となるよう配慮した。

(1) 人件費

人件費は事業実施体、バス運行会社（4社）及び料金徴収会社のそれぞれについて、職種別の必要要員数を推計し、各人件費単価を乗じる事により推計した。結果は以下の表の通りである。

表 12 人件費の推計

	事業実施体	バス運行会社	料金徴収会社	合計
職員数	13	2,167	456	2,636
総人件費 (Rs)	620,000	31,627,952	5,084,182	37,332,134

出典：JICA 調査団推計

(2) 車両運転費

BRT 車両の運転費単価については、CDGK のグリーンバス・パイロットプロジェクトに車両納入実績がある現地の Hinopak Motors Limited. から提供された資料にもとづき、Rs. 29.01/km と推計した。運行計画の結果より、年間の総走行台キロが 5,363 万台キロとなる事から、年間の車両運転費は Rs. 1,556 百万と推計された。

(3) 車両維持修繕費

バスは定期的にタイヤやバッテリーの交換の他、様々な部品の修繕費が必要となる。車両維持修繕費についても、Hinopak Motors Limited. から提供された資料にもとづいて単価を Rs. 3.51/km と推計した。これから、年間の車両維持修繕費は Rs. 188 百万と推計された。

(4) 車両保険費用

車両に必要な保険費用は、パイロット事業の例を参考にして、車両価格の 2% と仮定して推計した。

(5) その他管理費

その他の管理費については、上記費用の合計の 4% として推計した。

(6) インフラ維持管理費

BRT のインフラ部分（道路、駅舎、車両基地、システム）については、初期投資費用の 5% と仮定した。

(7) O&M 費用の推計結果

以上の費用を合計して、O&M 費用は以下のような結果となった。

表 13 O&M 費用の推計（年間）

項目	費用（百万ルピー）
人件費	428.2
車両運転費	1,556.0
車両維持修繕費	188.2
車両保険費	102.0
その他管理費	91.0
インフラ維持管理費	400.7
合計	2,766.2

出典：JICA 調査団推計

9.2 キャッシュフロー分析**(1) 料金収入**

料金は Rs. 20 一定とし、需要予測の結果から一日 700,000 人の利用者を想定した。一日あたりの料金収入は Rs. 14 百万と見込まれるが、土日の変動を考慮して年間日数を 310 日と仮定し、年間の料金収入を Rs. 4,340 百万円と想定した。

料金収入以外に、車体へのペイント広告、車内広告、バス停での広告による収入が見込める。これらの収入は、料金収入の 5% と仮定し、年間 Rs. 217 と推計した。

なお、物価上昇率は 4.4% と仮定し、料金も物価上昇に応じて毎年同率で上昇すると仮定して計算した。

(2) 初期投資費用

初期投資費用は「10.2 事業費積算」で推計しているが、財務分析では物価上昇分を除いた現在価格で評価した。初期投資のうち、車両については 10 年ごとに、車両基地の設備については 15 年ごとに再投資する必要がある、費用として計上した。

(3) 資金調達

初期投資費用の資金調達については、出資金を 2 割とし、残りは円借款を想定したローンである。借入条件は「10.3 資金計画」に記載の通りである。

(4) 財務指標

財務的内部収益率（FIRR）は 14.3% と推計された。ただし、これは物価上昇分を考慮したキャッシュフローから計算されたものである。本事業は有利な借入条件で計画しており、収支計算書から計算される諸指標は良好な値を示している。経常利益は初期投資の減価償却を考慮しても初年度以外はプラスである。Debt Service Coverage Ratio (DSCR) は、車両の更新時期を除き 1 を大きく超えており、安定した返済が見込まれる。

(5) 感度分析

本事業のリスクに対する安定性を見るために感度分析を実施した。料金収入が 20%減少、あるいは初期投資費用が 20%増加するケースでは、補助金による事業継続が必要であり、政府負担が生じる可能性もある事が示された。

第10章 実施計画

10.1 組織・制度

本事業の実施体制は PPP スキームを想定しているが、民間部門からの資金調達が困難と考えられる中、公共部門が建設・インフラの維持管理等の責任を担い、民間部門がバス車両購入と維持管理に必要な資金を調達するスキームを提案する。この新しい事業実施体（仮称 KBRTC）は、事業初期には公共企業であるが数年かけて完全民営化することを計画する。これは、事業実施に必要な初期投資額は公共部門が負担するが、民営化することで効率的な運営とより良いサービスを低価格で提供することを目的とするものである。BRT の規制管理は CDGK から KBRTC へ移管され、KBRTC がコンセッション契約により民間オペレーターを雇用する。CDGK はカラチ市の公共交通部門の規制当局となり、インフラ資産を保有することになる。BRT のビジネスモデルは、官の規制の中で、バスの運行、料金徴収システムや BRT の維持管理に民間部門の競争原理を取り入れて効率化を図る。

10.2 事業費積算

本プロジェクトの事業費積算結果は下表に示すとおりである。

表 14 総事業費の推計（グリーンライン・レッドライン）

Item	Total		
	FC (mil JPY)	LC (mil PKR)	Total (mil JPY)
A. ELIGIBLE PORTION			307
I) Procurement / Construction	3,903	11,549	13,962
Civil Works	0	6,531	5,689
Facilities	325	82	396
Depot & Workshop	411	556	895
Vehicle	2,682	1,318	3,829
Base cost	3,418	8,487	10,810
Price escalation	299	2,512	2,487
Physical contingency	186	550	665
II) Consulting services	339	570	836
Base cost	306	452	700
Price escalation	17	91	96
Physical contingency	16	27	40
Total (I + II)	4,242	12,119	14,798
B. NON ELIGIBLE PORTION			
c Administration cost	0	849	740
d VAT	0	2,854	2,486
e Import Tax	0	244	212
Total (a+b+c)	0	3,947	3,438
TOTAL (A+B)	4,242	16,066	18,236
C. Interest during Construction	388	0	388

	Interest during Construction(Const.)	387	0	387
	Interest during Construction (Consul.)	0	0	0
D. Commitment Charge		76	0	76
GRAND TOTAL (A+B+C+D)		4,706	16,066	18,700

出典：JICA 調査団推計

グリーンライン、レッドラインそれぞれについての事業費積算結果は表 15、表 16 に示す通りである。

表 15 総事業費の推計（グリーンラインのみ）

Item	Total			
	FC (mil JPY)	LC (mil PKR)	Total (mil JPY)	
A. ELIGIBLE PORTION				
I) Procurement / Construction	1,937	5,552	6,773	
Civil Works	0	3,062	2,667	
Facilities	166	45	205	
Depot & Workshop	206	322	486	
Vehicle	1,325	651	1,892	
Base cost	1,696	4,080	5,250	
Price escalation	148	1,208	1,201	
Physical contingency	92	264	323	
II) Consulting services	170	283	416	
Base cost	153	224	348	
Price escalation	9	45	48	
Physical contingency	8	13	20	
Total (I + II)	2,107	5,835	7,188	
B. NON ELIGIBLE PORTION				
a Administration cost	0	413	359	
b VAT	0	1,387	1,208	
c Import Tax	0	121	105	
Total (a+b+c)	0	1,920	1,672	
TOTAL (A+B)	2,107	7,755	8,861	
C. Interest during Construction				
Interest during Construction(Const.)	188	0	188	
Interest during Construction (Consul.)	0	0	0	
D. Commitment Charge		37	0	37
GRAND TOTAL (A+B+C+D)		2,331	7,755	9,086

出典：JICA 調査団推計

表 16 総事業費の推計（レッドラインのみ）

Item	Total		
	FC (mil JPY)	LC (mil PKR)	Total (mil JPY)
A. ELIGIBLE PORTION			
I) Procurement / Construction	1,937	5,552	6,773
Civil Works	0	3,062	2,667
Facilities	166	45	205
Depot & Workshop	206	322	486
Vehicle	1,325	651	1,892
Base cost	1,696	4,080	5,250
Price escalation	148	1,208	1,201
Physical contingency	92	264	323
II) Consulting services	170	283	416
Base cost	153	224	348
Price escalation	9	45	48
Physical contingency	8	13	20
Total (I + II)	2,107	5,835	7,188

B. NON ELIGIBLE PORTION				
a	Administration cost	0	413	359
b	VAT	0	1,387	1,208
c	Import Tax	0	121	105
Total (a+b+c)		0	1,920	1,672
TOTAL (A+B)		2,107	7,755	8,861
C. Interest during Construction		188	0	188
	Interest during Construction(Const.)	188	0	188
	Interest during Construction (Consul.)	0	0	0
D. Commitment Charge		37	0	37
GRAND TOTAL (A+B+C+D)		2,331	7,755	9,086

出典：JICA 調査団推計

10.3 建設計画

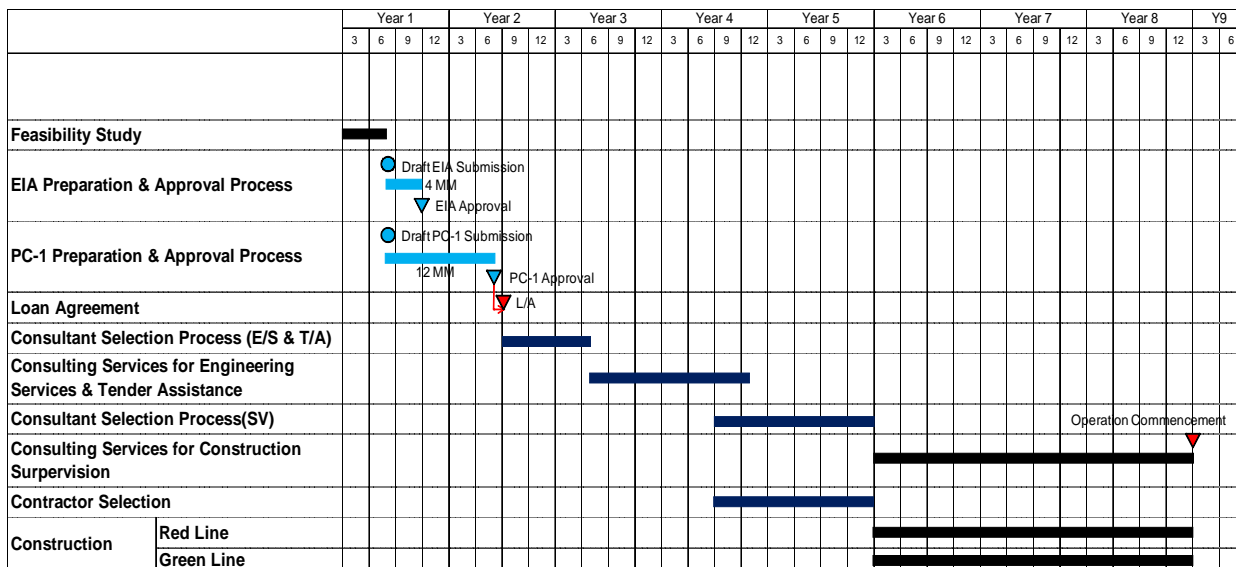
グリーンライン、レッドラインの両路線とも計画路線上には道路の両側が駐車帯として常時使用されている箇所が存在する。これは違法駐車であるが適切な取り締まりが行われず、日常化している。本プロジェクトは、現況の道路車線数を減らしてバスレーンを設置することになるため、道路車線数が限られた狭い道路では、現有道路幅を最大限活用して BRT 供用後、及び建設中の道路交通量を確保する必要がある。建設工事開始までに、道路両側の違法駐車問題を解消し、車両が走行する道路としての機能を確保する必要がある。

10.4 資金計画

パキスタンでは民間セクターが公共交通セクターに巨額の資金を投資した事例はほとんどなく、プロジェクトの初期投資は公共セクターが負担することが現実的である。プロジェクト費用の 20%程度は株式による資金調達を想定している。KBRTC が全ての資産の所有権を有することが基本であるが、50%以下であれば民間セクターが株式の一部を保有することもオプションとして考えられる。その他の資金は、日本政府の円借款、もしくは現地市場より短期で借り入れることにより調達する。

10.5 実施スケジュール

事業実施スケジュールは図 52 に示すとおりである。



出典：JICA 調査団

図 52 事業実施スケジュール

10.6 調達方式

プロジェクトの調達スキームは、円借款による資金調達を前提とすれば、国際競争入札にふさわしいスキームで行う必要がある。コンサルティングサービスは基本設計から入札支援までを 1 パッケージ、施工監理を 1 パッケージとすることを提案する。コンサルタントとコントラクターの調達に必要な期間は、国際的に標準とされている調達手続きに必要な期間を考慮する。

10.7 能力開発計画

BRT の輸送能力を期待通りに確保するためには、高頻度でバスの運行を行い、高い需要を処理しなければならない。このようなバス運行サービスを安全面にも考慮しつつ提供するためには、BRT 運営の豊富な経験が必要であるが、パキスタン国内には BRT 運行サービスを実施した経験を有するオペレーターは存在しないため、豊富な経験を有する海外の人材による能力開発支援はプロジェクトを成功させるための重要な要因の一つであるといえる。オペレーターの能力開発は、1)安全性の確保、2)効率的運行と維持管理、3)近代経営、の 3 つを目的とし、BRT 供用開始 6 カ月前から実施する。能力開発計画を KBRTC とオペレーターのコンセッション契約の条件の一つとすることを提案する。

第11章 結論と提言

11.1 結論

対象路線の断面での輸送需要は、2020 年には一般的な BRT の容量を上回る。本調査では一時間あたり 12,000 人/方向の容量を設定して需要を推計した。その結果、両路線合計で一日あたり約 70 万人の乗客数が見込まれると推計された。断面交通量については、ピーク区間において輸送容量の上限に該当する旅客数であるが、都心から離れるに従い減少する結果

となった。ただし、現時点での需要は上記容量には達せず、短期での事業実施には需要面のリスクがある。

導入する BRT の種類については、検討の結果、ジャカルタの Transjakarta に近い BRT が採用された。すなわち、道路中央に専用路線を設置し、一般のバスとは反対側のドアで乗降を行ない、車両は大型バスと同じ大きさで、料金は事前徴収方式、そして各駅での追い越し車線は設置しないというものである。

追い越し車線を設置せずに時間あたり 12,000 人/方向の輸送力を確保するため、高頻度運行を提案している。

本事業で必要な車両数は 425 台と推計された。事業費は物価上昇分を含めて約 187 億円と推計され、このうち建設費が約 56.9 億円、車両費は約 38.3 億円、物価上昇分は約 24.9 億円である。

経済的内部収益率 (EIRR) は 26% と推計され、本事業が国民経済の観点から優れた事業である事が示された。ただし、BRT の輸送能力の限界から、車線数減少に伴う道路の容量低下を道路交通量の減少で相殺する事は出来ず、自動車利用者にとってはマイナスの便益が生じると予想された。

本事業では対象路線沿いの違法駐車を一掃する事が計画上の前提条件であり、重要な課題として残されている。

11.2 提言

(1) 法制度の整備

現在のパキスタン国内の法制度に、本事業に支障になるようなものはない。しかしながら、関連条項が多く法律に跨っており、またその解釈も曖昧である可能性がある。このため、都市交通を整備するにあたっての法律を新設する事が望ましい。なお、JICA 調査団の提言を受け、KMTCA は Mass Transit Authority Act の素案作成に着手している。

(2) KCR 事業との調整

本事業のグリーンラインは、KCR の North Nazimabad 駅での乗り換えを容易にする事で、BRT 路線が到達できない Tower 周辺やカラチ中央駅への交通が便利になる。カラチ市では North Nazimabad で KCR を越える道路橋を更新する計画があるが、その際、KCR 側を高架にして、道路を平面に変更する事が乗り換え計画上望ましい。

(3) 路上駐車一掃のための合意形成

対象路線の一部区間は路上駐車が車道を占有しており、現状のままではバスレーンを設置できないため、違法な路上駐車を一掃する事が計画の前提となっている。一方、路上駐車は沿道の商業活動にとって死活問題であり、移転先の確保も含め、行政側が代替案を示した上で、合意形成を図る必要がある。

(4) 接続バス導入の可能性検討

本調査では、車両の現地生産可能性と終端駅におけるスペース確保、及び事業の早期実施の観点から通常の 12m 長のバスを提案しているが、このタイプでは輸送力が低い点が問題である。本調査では、実施スケジュールを検討したところ、開業は 2020 年頃が適当という結果となった。このため、車両の現地生産可能性という条件が変化することも考えられるため、接続バス導入の可能性についても検討を加える事が望ましい。

(5) CNG グリーンバス事業の実施

本事業の実施は円借款を想定し、2020 年開業を提案している。短期的な対応としては、現在カラチ市が進めている CNG グリーンバス事業を早期に実施する事が望まれる。

(6) 中心市街地の再開発と道路拡幅

対象路線は用地の制約から中心市街地を突き抜ける計画にはなっていない。既存の道路網を前提とした BRT の計画には限界があるが、道路拡幅事業も困難である。このため、敷地境界のセットバックと同時に建物の高層化を進めるなどの市街地開発と一体となった道路整備が望まれる。