

ネパール国
コreshiyool交差点改良事業協力準備調査
ファイナルレポート
先行公開版

2024 年 1 月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
株式会社 パ デ コ
株式会社 建設技研インターナショナル

南ア
JR(P)
24-005

ネパール連邦民主共和国
インフラ交通省道路局

ネパール国
コテシヨール交差点改良事業協力準備調査
ファイナルレポート
先行公開版

2024 年 1 月

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルティンググローバル
株式会社 パ デ コ
株式会社 建設技研インターナショナル

本報告書において以下の外国通貨交換レートを適応した

USD 1.00 = NPR 1.11 = JPY 145.0 (2023 年 9 月)

*NPR: ネパール・ルピー



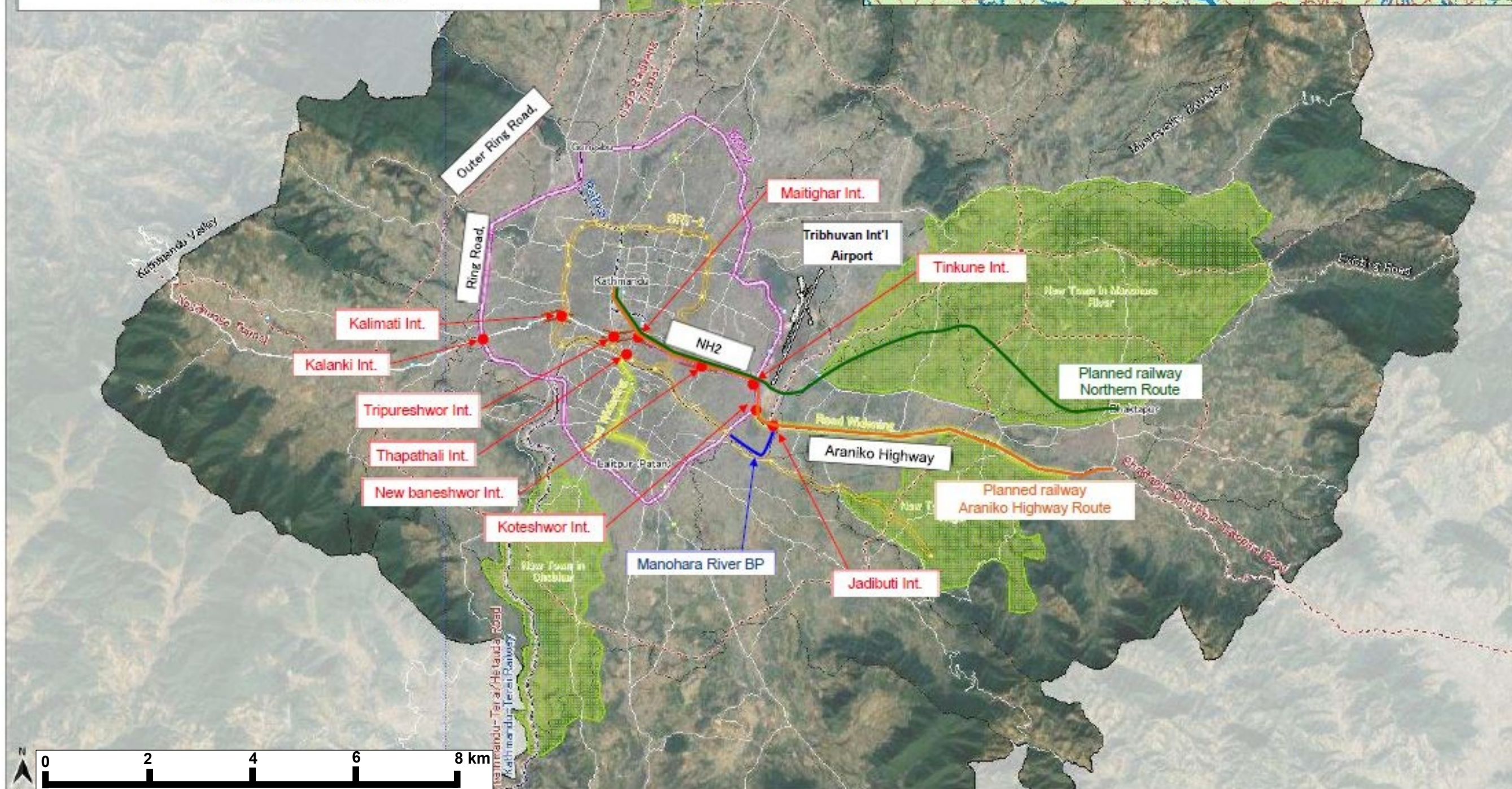
【Project】Preparatory Survey on the Project for
Intersection Improvement in Kathmandu

【Target area】Kathmandu Valley

【Population】2.47million (year: 2011)

3.74 million (year: 2030)

Topography and current and planned roads
in Kathmandu valley



View-01
Overview of the Project



View-02
Start Point of the Project





View-05
Tinkune-South Intersection



View-06
Tinkune-South Intersection



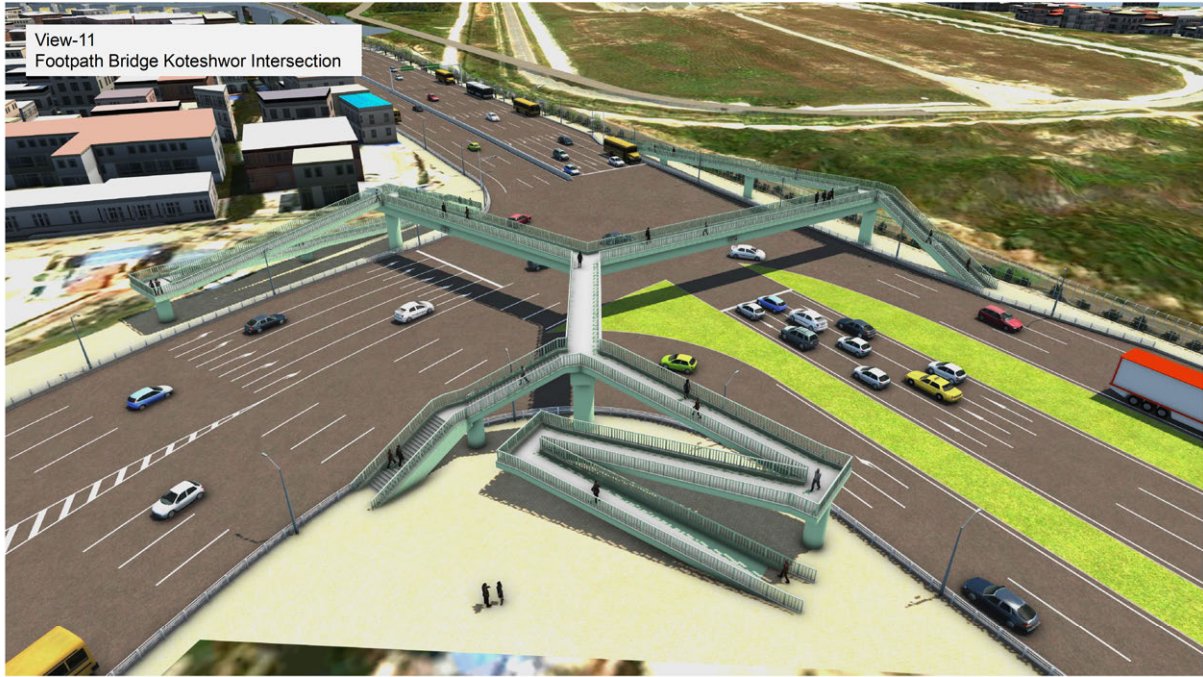


View-09
Koteshwor Intersection



View-10
Koteshwor Intersection









View-15
Exit of Box Culvert and U-Turn Lane



View-16
Approach to Jadibuti Intersection

View-17
Jadibuti Intersection



View-18
Jadibuti Intersection





View-19
Approach to Jadibuti Intersection



View-20
End Point of the Project

ネパール国
コテシヨール交差点改良事業協力準備調査
ファイナル レポート

位置図
目次
図表目次
付録集
略語集

目 次

ページ

1 章	調査の背景と目的.....	1-1
1.1	調査の背景	1-1
1.2	本事業及び調査の目的	1-1
1.3	調査の工程	1-2
2 章	プロジェクトを取り巻く概況	2-1
2.1	ネ国の概況	2-1
2.2	ネ国の社会経済状況.....	2-2
2.3	道路セクターの概況：Nepal Infrastructure Sector Assessment 2019,WB.....	2-4
2.3.1	まえがき	2-4
2.3.2	道路網とその状況	2-4
2.3.3	道路網管轄に関わる組織	2-6
2.3.4	運輸/道路セクターの開発計画.....	2-7
2.3.5	道路セクターへの予算配分	2-9
2.3.6	道路セクターにおける課題	2-10
2.4	関連開発プランとプログラム	2-11
2.4.1	第 15 次国家開発計画（2020-2024）	2-11
2.4.2	2035 年に向けたカトマンズ盆地 20 年戦略的開発マスタープラン	2-11
2.5	カトマンズ盆地内の開発計画	2-12
2.5.1	東部新都市開発	2-12
2.5.2	その他の関連計画やプロジェクト	2-15
2.6	関連する道路・都市鉄道プロジェクト	2-16
2.6.1	はじめに	2-16
2.6.2	環状道路整備.....	2-16
2.6.3	ADB 調査による都市鉄道東西線プロジェクト	2-17
2.6.4	環状道路上のモノレール建設プロジェクト	2-20

2.6.5	アラニコハイウェイの拡幅改修	2-20
2.6.6	ボーダ道路の改修プロジェクト	2-21
2.6.7	リバーコリドー（河川回廊）整備	2-21
2.6.8	対象道路上の歩道橋計画	2-22
2.6.9	環状道路上の立体化事業	2-22
3 章	自然条件調査	3-1
3.1	地形測量	3-1
3.1.1	概要	3-1
3.1.2	調査対象範囲	3-1
3.1.3	座標系	3-3
3.1.4	測量項目	3-3
3.1.5	調査結果	3-3
3.1.6	トリブバン国際空港（TIA）内の地形測量	3-8
3.2	既存ユーティリティ調査	3-11
3.2.1	地下埋設物	3-11
3.2.2	既存地上ユーティリティ	3-14
3.3	地質調査	3-18
3.3.1	概要	3-18
3.3.2	プロジェクト対象地域の地質概要	3-19
3.3.3	調査位置	3-20
3.3.4	調査項目	3-24
3.3.5	調査結果	3-25
3.3.6	考察	3-31
3.3.7	詳細設計への申し送り事項	3-31
3.4	気象調査	3-32
3.4.1	一般的な気象条件	3-32
3.4.2	降水量	3-33
3.4.3	その他パラメータ	3-33
4 章	交通需要予測の更新	4-1
4.1	交通需要予測見直しの背景と方向性	4-1
4.2	TDF の枠組み	4-5
4.2.1	はじめに	4-5
4.2.2	予測対象年度	4-5
4.2.3	ゾーニング	4-5
4.2.4	ネ国の将来人口	4-6
4.2.5	カトマンズ盆地の郡別人口	4-7
4.2.6	ゾーン別人口	4-10
4.2.7	GDP	4-10
4.2.8	道路ネットワークと将来配分	4-11

4.3	改良版モデルに向けた主な修正	4-13
4.4	2030 年と 2040 年の交通需要予測	4-20
4.5	改良版 TDF モデルと需要予測結果の妥当性	4-24
5 章	優先事業選定のための前提条件の妥当性の検証.....	5-1
5.1	優先事業選定の背景.....	5-1
5.1.1	環状道路上の交差点における近年交通量からの考察.....	5-1
5.1.2	カトマンズ盆地内の近年の人口増加率からの考察.....	5-3
5.2	過去の JICA 調査で提案された 2 交差点改良事業の比較による妥当性検証.....	5-4
5.2.1	概要	5-4
5.2.2	トリプレシヨールマイティガール交差点群の改良計画の概要	5-4
5.2.3	優先事業確認のための検討方法	5-4
5.2.4	交通需要	5-6
5.2.5	交差点交通容量の分析将来交通需要.....	5-7
5.2.6	OD 別の総遅れ時間の時間の算出.....	5-14
5.2.7	優先事業交差点の判断のための前提条件の妥当性の検証・確認	5-17
6 章	設計条件.....	6-1
6.1	道路設計条件	6-1
6.1.1	プロジェクト対象道路	6-1
6.1.2	道路・交差点の目標サービスレベル.....	6-1
6.1.3	基本設計条件.....	6-2
6.1.4	道路幾何構造条件	6-4
6.1.5	標準横断図	6-5
6.1.6	設計時間交通量.....	6-6
6.2	舗装設計条件	6-7
6.3	構造物設計条件	6-7
6.3.1	適用設計基準.....	6-7
6.3.2	死荷重.....	6-7
6.3.3	活荷重.....	6-7
6.3.4	設計水平震度.....	6-10
6.4	設計上のコントロールポイント	6-13
6.4.1	ルート選定及び道路設計におけるコントロールポイントへの対応方針	6-13
6.4.2	空域制限	6-14
6.4.3	プロジェクト対象地域の道路計画上のコントロールポイント	6-14
6.4.4	T I A 用地内のコントロールポイント	6-18
6.5	CAAN からの本プロジェクトに対する要請事項	6-20
7 章	立体化最適案の選定	7-1
7.1	概要.....	7-1
7.1.1	対象交差点の課題	7-1
7.1.2	立体化方向の代替ルート案整理	7-2

7.1.3	最適立体化代替案の選定手順.....	7-3
7.1.4	用地制約（ROW）	7-3
7.1.5	2023 年時点のプロジェクト対象地域の状況.....	7-4
7.1.6	プロジェクト対象交差点の現況	7-9
7.2	対象交差点の改良方法の検討	7-10
7.2.1	対象交差点	7-10
7.2.2	立体化の形式.....	7-11
7.2.3	平面交差点の種類	7-11
7.2.4	ティンクネ交差点	7-14
7.3	一次比較検討.....	7-14
7.3.1	代替ルート	7-14
7.3.2	各代替案の課題と検討方針	7-15
7.3.3	一次比較検討.....	7-19
7.4	最適案抽出二次比較検討	7-24
7.4.1	目標年次におけるプロジェクト道路の必要車線数.....	7-24
7.4.2	交差点解析	7-26
7.4.3	改良施設規模決定のための目標年次.....	7-31
7.4.4	立体化施設の道路計画	7-32
7.4.5	平面道路区間の道路計画	7-38
7.4.6	コテシヨール交差点計画	7-40
7.4.7	ティンクネ交差点計画	7-45
7.4.8	ジャディブティ交差点計画	7-47
7.4.9	トンネル設備計画	7-56
7.4.10	構造計画	7-56
7.4.11	施工計画	7-62
7.4.12	工事工程計画.....	7-65
7.4.13	最適案二次比較.....	7-69
7.5	結論.....	7-76
8 章	道路・交差点概略設計	8-1
8.1	立体道路区間の概略設計	8-1
8.1.1	立体道路区間主線形の比較検討	8-1
8.1.2	立体道路区間の平面・縦断線形	8-17
8.2	平面道路の道路概略設計	8-19
8.2.1	プロジェクト対象範囲	8-19
8.2.2	平面及び縦断計画	8-22
8.2.3	標準横断図	8-22
8.2.4	舗装設計	8-24
8.2.5	排水設計	8-25
8.2.6	転回路.....	8-28

8.2.7	サービス道路.....	8-29
8.2.8	道路付帯構造物.....	8-30
8.3	ティンクネ交差点概略設計.....	8-33
8.3.1	改良計画.....	8-33
8.3.2	設計方針.....	8-37
8.3.3	交通運用.....	8-38
8.3.4	サービスレベル (LOS)	8-39
8.4	コテシヨール交差点概略設計.....	8-40
8.4.1	改良計画.....	8-40
8.4.2	利用可能な道路用地.....	8-44
8.4.3	交通運用.....	8-45
8.4.4	サービスレベル (LOS)	8-48
8.5	ジャディブディ交差点概略設計.....	8-48
8.5.1	改良計画.....	8-48
8.5.2	改良の計画方針.....	8-50
8.5.3	サービスレベル (LOS)	8-52
8.5.4	交通運用.....	8-52
8.5.5	トンネル施設管理室.....	8-54
9 章	構造物概略設計	9-1
9.1	はじめに.....	9-1
9.2	TIA 内のアンダーパス構造.....	9-1
9.3	フライオーバー構造.....	9-2
9.3.1	各構造の適用可能形式.....	9-2
9.3.2	ティンクネ交差点側フライオーバー.....	9-4
9.3.3	ジャディブディ交差点側フライオーバー.....	9-8
9.4	適用可能な本邦技術.....	9-10
9.4.1	合成床板.....	9-10
9.4.2	塗装寿命延長鋼.....	9-11
10 章	トンネル区間の付帯設備検討	10-1
10.1	トンネル計画の概要.....	10-1
10.2	トンネル付帯設備設計基準.....	10-1
10.3	トンネル換気設備の検討.....	10-2
10.3.1	概要.....	10-2
10.3.2	基本条件.....	10-2
10.3.3	換気計算結果.....	10-3
10.4	トンネル照明検討.....	10-10
10.4.1	概要.....	10-10
10.4.2	設計条件.....	10-11
10.4.3	計算結果.....	10-12

10.5	トンネル非常用設備検討	10-14
10.5.1	概要	10-14
10.5.2	トンネル等級と非常用設備	10-14
10.5.3	トンネル非常用設備の種類	10-15
10.6	本トンネルに必要な非常用設備	10-21
10.6.1	トンネル等級及び設置すべき非常用設備	10-21
10.7	その他施設（トンネル電気室及び管理室）	10-26
10.7.1	概要	10-26
10.7.2	概算必要電力量	10-27
11 章	ミクロ交通流シミュレーション	11-1
11.1	検討手法	11-1
11.1.1	検討対象	11-1
11.1.2	ミクロ交通流シミュレーションについて	11-2
11.1.3	VISSIM で用いた検討シナリオ	11-5
11.2	交通条件	11-6
11.2.1	現況の交通状況	11-6
11.2.2	将来の交通条件	11-9
11.3	分析結果	11-13
11.4	ミクロ交通流シミュレーションの検討結果	11-17
12 章	マノハラ川バイパスの検討	12-1
12.1	概要	12-1
12.2	期待されるマノハラ川バイパスの整備効果	12-1
12.3	マノハラ川バイパスに係る検討事項	12-2
12.4	KVDA のリバーコリドー整備計画について	12-2
12.4.1	バグマティ川流域インフラ開発事業	12-2
12.4.2	リバーコリドー整備計画	12-3
12.5	リバーコリドー整備事業の進捗状況	12-4
12.5.1	リバーコリドー事業の概要	12-4
12.5.2	マノハラ川の特徴	12-5
12.5.3	セクション 1: アラニコハイウェイからハヌマンテ川との合流地点まで	12-9
12.5.4	セクション 2: ハヌマンテ川との合流地点から環状道路南まで	12-11
12.6	洪水位の検討	12-13
12.6.1	流出量	12-13
12.6.2	不等流解析	12-13
12.7	マノハラ川バイパスの整備方針	12-19
12.7.1	マノハラ川周辺で実施されている関連事業	12-19
12.7.2	マノハラ川バイパス計画のコントロールポイント	12-19
12.8	マノハラ川バイパスの整備方針	12-21
12.8.1	設計方針	12-21

12.8.2 代替案の検討.....	12-24
12.8.3 比較検討	12-27
12.9 マノハラ川バイパスの概略設計	12-30
12.9.1 マノハラ川バイパスの設計方針	12-30
12.9.2 平面縦断線形のコントロールポイント	12-30
12.9.3 設計成果	12-31
12.10 マノハラ川バイパスの必要性	12-32
12.10.1 コテシヨール交差点の負荷軽減効果	12-32
12.11 結論	12-34
13 章 資機材の調達	13-1
13.1 調達計画	13-1
13.1.1 建設資材	13-1
13.1.2 建設機械	13-1
13.2 現場及び仮設ヤード	13-2
13.3 土取り場、採石場及び建設廃棄物処分地	13-5
13.3.1 土取り場	13-5
13.3.2 採石場	13-5
13.3.3 建設廃棄物処分地	13-6
13.4 工事用プラント	13-7
13.4.1 コンクリートバッチングプラント	13-7
13.4.2 アスファルトプラント	13-7
13.5 輸送経路	13-8
13.5.1 内陸輸送	13-8
13.5.2 資機材輸送車両	13-8
14 章 施工計画	14-1
14.1 概要	14-1
14.2 検討方針	14-1
14.3 計画工程	14-2
14.4 工事用道路計画	14-4
14.5 アンダーパス区間	14-4
14.5.1 施工条件	14-4
14.5.2 施工順序	14-13
14.5.3 建設機械・設備	14-25
14.6 フライオーバー区間	14-26
14.6.1 施工条件	14-26
14.6.2 施工工程	14-27
14.6.3 建設機械・設備	14-34
15 章 事業費の積算	15-1
15.1 事業費積算の基本方針	15-1

15.1.1 事業費	15-1
15.2 本事業の積算条件	15-3
16 章 事業実施計画	16-1
16.1 プロジェクト構成	16-1
16.2 事業実施計画	16-2
16.3 プロジェクト実施段階の留意点	16-3
17 章 事業実施システム	17-1
17.1 事業実施組織	17-1
17.1.1 事業実施システムの概要	17-1
17.2 事業実施方法	17-3
17.3 プロジェクト実施工程	17-3
18 章 運営・維持管理計画	18-1
18.1 DOR の運営・維持管理能力	18-1
18.1.1 DOR 管轄道路（幹線道路網）の現状の維持管理の実施状況	18-1
18.1.2 運営・維持管理に関する技術的能力	18-3
18.1.3 運営・維持管理に関する財務能力	18-4
18.2 完成後のプロジェクト施設の運営・維持管理システムの提案	18-7
18.2.1 運営・維持管理全体システム	18-7
18.2.2 トンネル区間	18-8
18.3 本プロジェクト立体道路施設の運営・維持管理費	18-12
19 章 環境社会配慮	19-1
19.1 環境社会配慮	19-1
19.1.1 プロジェクト概要	19-1
19.1.2 環境及び社会の現状	19-4
19.1.3 ネ国の環境社会配慮制度	19-6
19.1.4 代替案分析	19-19
19.1.5 スコーピング	19-26
19.1.6 環境社会配慮調査の結果	19-32
19.1.7 影響評価	19-45
19.1.8 緩和策 環境管理計画と環境管理コスト	19-63
19.1.9 環境モニタリング計画	19-105
19.1.10 環境社会配慮のための制度的枠組み	19-114
19.1.11 ステークホルダーとの協議	19-115
19.1.12 苦情処理メカニズム	19-115
19.2 用地取得・住民移転(簡易住民移転計画)	19-118
19.2.1 用地取得・住民移転の要件	19-118
19.2.2 用地取得と住民移転に関する法的枠組み	19-121
19.2.3 用地取得・住民移転の規模・範囲	19-125

19.2.4	本プロジェクトによるものではないが注意すべき用地取得・住民移転	19-132
19.2.5	補償・支援の具体策.....	19-135
19.2.6	住民移転計画実施のための制度的枠組み	19-141
19.2.7	住民移転計画実施スケジュール	19-142
19.2.8	費用と財源	19-144
19.2.9	実施機関によるモニタリング体制及びモニタリング様式.....	19-148
19.2.10	ステークホルダーコンサルテーション	19-153
19.3	ジェンダー問題の現状と障害者への配慮.....	19-162
19.3.1	ジェンダー問題への配慮	19-162
19.3.2	障がい者への配慮	19-163
19.4	気候変動緩和策(CO ₂ 排出量の削減)	19-163
19.5	その他.....	19-167
19.5.1	環境モニタリングフォーム	19-167
19.5.2	環境チェックリスト.....	19-176
19.5.3	ナグドゥンガトンネルプロジェクトからの教訓	19-184
20 章	デジタルトランスフォーメーション (DX) に関する情報収集.....	20-1
20.1	はじめに	20-1
20.2	建設分野での適用事例	20-2
20.3	日本での DX 技術導入状況	20-3
20.4	ネ国での DX 導入状況	20-3
20.5	ネ国へ適用可能な DX 技術	20-4
20.6	ネ国へ推奨される DX 技術	20-5
20.6.1	優先順位 1 : BIM/CIM	20-5
20.6.2	優先順位 2 : GLOCAL-EYEZ	20-5
20.6.3	優先順位 3 : IDEA Counter 及び GBiot.....	20-6
20.6.4	優先順位 4 : MIMM 及び Geo Search.....	20-6
20.6.5	優先順位 5 : Real-Time Traffic Video Analytics	20-6
21 章	事業評価.....	21-1
21.1	ネ国の財務状況	21-1
21.1.1	ネ国の債務に関する統計的データ	21-1
21.1.2	経済的な状況改善に向けたネ国政府の戦略.....	21-3
21.2	経済分析	21-5
21.2.1	経済分析の手法	21-5
21.2.2	経済分析の結果	21-8
21.2.3	感度分析	21-9
22 章	結論及び提言	22-1
22.1	結論.....	22-1
22.2	提言.....	22-2

図目次

ページ

図 2.3.1	道路網管轄に関する組織.....	2-7
図 2.5.1	東部新都市開発計画の予定地	2-13
図 2.5.2	東部新都市開発計画の土地利用計画	2-13
図 2.5.3	アラニコハイウェイ南側の提案された新都市計画	2-14
図 2.5.4	アラニコハイウェイ南側新都市の基本計画	2-15
図 2.6.1	提案された外環状道路ルート	2-17
図 2.6.2	ADB 調査 (KSUTP) による都市鉄道東西ルート.....	2-20
図 3.1.1	地形測量範囲	3-2
図 3.1.2	ベンチマーク設置の様子.....	3-3
図 3.1.3	地形測量範囲	3-5
図 3.1.4	地形測量結果	3-6
図 3.1.5	横断測量位置	3-7
図 3.1.6	対象範囲	3-8
図 3.1.7	OLS の概要	3-9
図 3.1.8	OLS の範囲 (1/2).....	3-9
図 3.1.9	OLS の範囲 (2/2).....	3-10
図 3.1.10	滑走路拡張工事の既存地形図	3-10
図 3.2.1	通信線系統図	3-12
図 3.2.2	旧水道管系統図	3-13
図 3.2.3	新水道管系統図	3-14
図 3.2.4	高圧架空線 (11kV).....	3-14
図 3.2.5	高圧線系統図	3-15
図 3.3.1	カトマンズ盆地の地質分布図	3-21
図 3.3.2	ボーリング調査位置図	3-21
図 3.3.3	CBR 試験位置図	3-22
図 3.3.4	Rayabari 採石場	3-22
図 3.3.5	Bhaleshwor Panauti 採石場	3-23
図 3.3.6	Sipaghat 採石場	3-23
図 3.3.7	コア採取の様子	3-24
図 3.3.8	BH3 および BH4 の SPT の様子.....	3-24
図 3.3.9	BH3 のコアサンプル	3-25
図 3.3.10	平面図	3-29
図 3.3.11	地質縦断図.....	3-30
図 3.4.1	Köppen-Geiger の気候分類	3-32
図 3.4.2	TIA における降水量の季節変動.....	3-33
図 3.4.3	TIA 観測地点における気温の季節変動.....	3-34
図 4.1.1	改良版 TDF モデルに求められた要求事項とその対策	4-2

図 4.1.2	改良モデルによる交通需要予測の手順	4-4
図 4.2.1	ゾーン図	4-6
図 4.2.2	ネパールの将来人口	4-7
図 4.2.3	CBS によるカトマンズ盆地内 3 郡の人口の推移	4-8
図 4.2.4	郡別人口の推移	4-8
図 4.2.5	ENCD マスタープランの将来像	4-9
図 4.2.6	実質 GDP の推移 (単位 : 100 万 Rp, 基準年 : 2000/21)	4-10
図 4.2.7	2030/2040 年までに整備される将来道路ネットワーク	4-12
図 4.3.1	スクリーンライン設定の推移	4-13
図 4.3.2	KVDA による 2030 年と 2040 年の人口設定を元に算出した郡別人口	4-17
図 4.3.3	発生集中・分布モデルの修正	4-19
図 4.3.4	対象交差点付近における観測交通量と予測結果の比較	4-19
図 4.4.1	総生成量と車種別生成量での比較	4-20
図 4.4.2	対象交差点付近の配分交通量の比較	4-21
図 4.4.3	配分交通量地点図	4-23
図 4.4.4	モーダルシフトの影響に基づく交通量増減	4-24
図 5.1.1	環状道路上主要交差点群の交通量	5-1
図 5.2.1	T-M 交差点群におけるフライオーバーの路線案	5-4
図 5.2.2	優先事業確認のための検討手法に関するフローチャート	5-5
図 5.2.3	将来交通需要推計結果	5-6
図 5.2.4	過飽和状態における交通需要および交通容量の累積	5-9
図 5.2.5	ティンクネ交差点西の分析結果	5-10
図 5.2.6	ティンクネ交差点北の分析結果	5-11
図 5.2.7	ティンクネ交差点南の分析結果	5-11
図 5.2.8	コテシヨール交差点の分析結果	5-12
図 5.2.9	トリプレシヨール交差点の分析結果	5-12
図 5.2.10	タパタリ交差点の分析結果	5-13
図 5.2.11	マイティガール交差点南の分析結果	5-13
図 5.2.12	マイティガール交差点北の分析結果	5-14
図 5.2.13	コテシヨール及びティンクネ交差点における OD 別の交通量	5-14
図 5.2.14	T-M 交差点における OD 別の交通量	5-15
図 5.2.15	OD ごとの遅れ時間	5-16
図 6.1.1	単路部における LOS の概要	6-2
図 6.1.2	立体高架部の標準横断面図	6-6
図 6.1.3	アンダーパス区間の標準横断面図	6-6
図 6.3.1	Class 70R の荷重配置	6-8
図 6.3.2	Class A 荷重の配置	6-9
図 6.3.3	地域係数区分図	6-11
図 6.3.4	弾性加速法スペクトル	6-12
図 6.4.1	ティンクネ交差点付のコントロールポイント	6-15

図 6.4.2	ティンクネ交差点～コテシヨール交差点のコントロールポイント	6-15
図 6.4.3	コテシヨール交差点付近のコントロールポイント	6-16
図 6.4.4	コテシヨール交差点～ジャディブディ交差点のコントロールポイント	6-16
図 6.4.5	ジャディブディ交差点付近のコントロールポイント	6-17
図 6.4.6	ジャディブディ交差点東側のコントロールポイント	6-17
図 6.4.7	TIA 用地内のコントロールポイント (1/4)	6-18
図 6.4.8	TIA 用地内のコントロールポイント (2/4)	6-18
図 6.4.9	TIA 用地内のコントロールポイント (3/4)	6-19
図 6.4.10	TIA 用地内のコントロールポイント (4/4)	6-19
図 7.1.1	調査対象位置図	7-2
図 7.1.2	立体交差方向の代替ルート	7-2
図 7.1.3	最適代替案の選定手順	7-3
図 7.1.4	利用可能な用地幅 (ROW)	7-4
図 7.1.5	接続道路区間の現道幅員	7-5
図 7.1.6	コテシヨール交差点付近の現道幅員	7-5
図 7.1.7	コテシヨール交差点～ジャディブディ交差点間の区間	7-6
図 7.1.8	アラニコハイウェイ南の現道幅員	7-6
図 7.1.9	環状道路南の現道幅員	7-7
図 7.1.10	環状道路北側の現道幅員	7-7
図 7.1.11	RNN 拡幅事業の標準横断図および基本設計条件	7-8
図 7.1.12	アラニコハイウェイ北の現況幅員	7-8
図 7.1.13	2019 年時点の交通量	7-9
図 7.1.14	プロジェクト対象地域内の既存道路区間および交差点の解析結果	7-10
図 7.2.1	ラウンドアバウトの交通容量 (ラウンドアバウト設置基準の抜粋)	7-12
図 7.2.2	環状 3 車線のラウンドアバウトの交通運用上の課題	7-13
図 7.2.3	コテシヨール交差点の 3 改良比較案	7-13
図 7.4.1	解析地点	7-24
図 7.4.2	解析対象交差点	7-26
図 7.4.3	ティンクネ交差点の交差点解析対象位置	7-27
図 7.4.4	目標年次 2033 年におけるティンクネ交差点の必要車線配置	7-28
図 7.4.5	目標年次 2033 年におけるコテシヨール交差点の必要車線配置	7-29
図 7.4.6	目標年次 2033 年におけるジャディブディ交差点の必要車線配置	7-30
図 7.4.7	2033 年時点で LOS : D 以上を満足するコテシヨール交差点の必要流入車線 数	7-31
図 7.4.8	Alt-1-1 の平面・縦断図	7-33
図 7.4.9	Alt-3-2 (TIA 土地利用) の平面・縦断図	7-35
図 7.4.10	Alt-4-2 (TIA 土地利用) の平面・縦断図	7-37
図 7.4.11	Alt-1-1 の計画平面図	7-38
図 7.4.12	Alt-3-2 の計画平面図	7-39
図 7.4.13	Alt-4-2 の計画平面図	7-39

図 7.4.14	Alt-1-1 のコテシオール交差点計画平面図（理想的な車線配置）	7-41
図 7.4.15	Alt-1-1 のコテシオール交差点計画平面図（ROW 内で可能な車線配置）	7-41
図 7.4.16	Alt-3-2 のコテシオール交差点計画平面図（理想的な車線配置）	7-42
図 7.4.17	Alt-3-2 のコテシオール交差点計画平面図（ROW 内で可能な車線配置）	7-43
図 7.4.18	Alt-4-2 のコテシオール交差点計画平面図（理想的な車線配置）	7-44
図 7.4.19	Alt-4-2 のコテシオール交差点計画平面図（ROW 内で可能な車線配置）	7-44
図 7.4.20	Alt-1-1 のティンクネ交差点計画平面図（理想的な車線配置）	7-45
図 7.4.21	Alt-3-2 のティンクネ交差点計画平面図（理想的な車線配置）	7-46
図 7.4.22	Alt-4-2 のティンクネ交差点計画平面図（理想的な車線配置）	7-47
図 7.4.23	2033 年時点で必要となる車線配置（LOS : D 以上）	7-48
図 7.4.24	Alt-3-2 のジャディブティ交差点平面計画図	7-48
図 7.4.25	Alt-4-2 のジャディブティ交差点平面計画図	7-49
図 7.4.26	Option-1（直接接続案）の概要	7-50
図 7.4.27	Option-1（直接接続案）の平面検討図	7-50
図 7.4.28	Option-1（直接接続案）の縦断検討図	7-51
図 7.4.29	Option-1（直接接続案）の構造物配置検討図	7-51
図 7.4.30	Option-2（サイドランプによる分離接続案）の概要	7-52
図 7.4.31	Option-2（サイドランプによる分離接続案）の平面検討図	7-52
図 7.4.32	Option-2（サイドランプによる分離接続案）の北側ランプ縦断検討図	7-53
図 7.4.33	Option-2（サイドランプによる分離接続案）の南側ランプ縦断検討図	7-53
図 7.4.34	Option-3（ランプによる T 字接続案）の概要	7-54
図 7.4.35	Option-3（ランプによる T 字接続案）の平面検討図	7-54
図 7.4.36	合成床板概念図	7-60
図 7.4.37	PC ウェル基礎の概念図及び現場写真	7-60
図 7.4.38	鋼管ソケット接合の概念図及び現場写真	7-61
図 7.4.39	覆工版の現場写真	7-61
図 7.4.40	低空頭下での地中連続壁施工機械写真	7-62
図 7.4.41	オープンカット掘削 (OC) 及び土留掘削工法 (ER) の区間	7-63
図 7.4.42	オープンカット掘削 (OC) および土留掘削工法 (ER) の区間	7-65
図 7.4.43	工事工程表 (Alt-1)	7-66
図 7.4.44	工事工程表 (Alt-3-2)	7-67
図 7.4.45	工事工程表 (Alt-4-2)	7-68
図 8.1.1	立体道路区間主線形の比較 3 案	8-1
図 8.1.2	TK-1 の平面線形	8-3
図 8.1.3	TK-1 の縦断線形	8-3
図 8.1.4	TK-1 の 3D イメージ	8-4
図 8.1.5	TK-1（U 型擁壁ケース）の 3D イメージ	8-4
図 8.1.6	TK-2R の平面線形	8-5
図 8.1.7	TK-2R の縦断線形	8-6
図 8.1.8	TK-2R の 3D イメージ	8-6

図 8.1.9	TK-2R のティンクネ交差点における橋梁計画	8-7
図 8.1.10	TIA 用地内における TK-2R の施工概要	8-8
図 8.1.11	区間 1 の施工条件と工法.....	8-8
図 8.1.12	区間 2 の施工条件と工法.....	8-9
図 8.1.13	区間 3 の施工条件と工法.....	8-10
図 8.1.14	区間 4 の施工条件と工法.....	8-11
図 8.1.15	区間 5 の施工条件と工法.....	8-11
図 8.1.16	TK-2R での工事中的車線規制個所の概要	8-12
図 8.1.17	TK-3 の平面線形.....	8-13
図 8.1.18	TK-3 の縦断線形.....	8-13
図 8.1.19	TK-3 の 3D イメージ.....	8-14
図 8.1.20	TK-3 のティンクネ交差点における橋梁計画	8-14
図 8.1.21	TIA 内における TK-3 の施工概要	8-15
図 8.1.22	各代替案の 3D イメージ	8-17
図 8.1.23	立体区間の平面・縦断線形.....	8-18
図 8.2.1	新バグマティ橋の施工状況.....	8-19
図 8.2.2	起点側における事業範囲の取り扱い	8-19
図 8.2.3	バグマティ橋新橋の重要性に関する説明資料	8-20
図 8.2.4	終点の計画方針（既存橋で擦り付け）	8-21
図 8.2.5	事業終点	8-22
図 8.2.6	標準横断図.....	8-24
図 8.2.7	舗装の事業対象	8-25
図 8.2.8	立体道路区間のサグ点	8-26
図 8.2.9	立体区間路面排水の流下方向並びに路側側溝	8-26
図 8.2.10	立体区間サグ点からの雨水排水の流下方向	8-27
図 8.2.11	サグ点から流末までの排水系統及び適用排水構造物計画	8-27
図 8.2.12	平面道路の排水構造物計画.....	8-28
図 8.2.13	ティンクネ交差点側転回路.....	8-29
図 8.2.14	ジャディブティ交差点側転回路	8-29
図 8.2.15	提案したサービス道路	8-30
図 8.2.16	衝突防止の構造物.....	8-30
図 8.2.17	現況のサービス道路.....	8-30
図 8.2.18	既存の策	8-32
図 8.2.19	クッションドラム.....	8-32
図 8.2.20	案内標識の配置計画.....	8-32
図 8.3.1	ティンクネ交差点南の改良計画平面図	8-33
図 8.3.2	ティンクネ交差点西の改良計画平面図	8-34
図 8.3.3	ティンクネ交差点北の改良計画平面図	8-35
図 8.3.4	ティンクネ交差点の改良計画平面図（全体）	8-36
図 8.3.5	ティンクネ交差点の信号配置計画.....	8-37

図 8.3.6	ティンクネ交差点の交通運用	8-38
図 8.3.7	交通運用の変更案.....	8-38
図 8.4.1	アラニコハイウェイ北取付部の車線配置.....	8-40
図 8.4.2	コテシヨール交差点の改良平面計画	8-41
図 8.4.3	現況のバス停車帯.....	8-42
図 8.4.4	バス停車帯の計画.....	8-43
図 8.4.5	コテシヨール交差点の信号配置計画	8-44
図 8.4.6	現況のフェンス	8-44
図 8.4.7	現況の細街路の接続状況.....	8-45
図 8.4.8	細街路の交通規制案.....	8-45
図 8.4.9	左折専用車線の計画概要.....	8-46
図 8.4.10	コテシヨール交差点の OLS の位置と歩道橋計画	8-47
図 8.4.11	斜路付き歩道橋のイメージ.....	8-47
図 8.5.1	ジャディブティ交差点の改良計画平面図.....	8-49
図 8.5.2	バス停留所の変更配置図.....	8-49
図 8.5.3	交通信号の配置計画図	8-50
図 8.5.4	現況の側道への影響の最小化	8-51
図 8.5.5	バス停留所の移設.....	8-51
図 8.5.6	ジャディブティ交差点における交通規制の提案.....	8-53
図 8.5.7	ジャディブティ交差点における歩行者の交通処理.....	8-54
図 8.5.8	ジャディブティ交差点の既存歩道橋	8-54
図 9.1.1	立体化構造物概要.....	9-1
図 9.3.1	ティンクネ交差点側フライオーバー計画立案上の制約条件	9-5
図 9.3.2	ティンクネ交差点内西側交差点の支間割.....	9-6
図 9.3.3	ティンクネ交差点内南側交差点のフライオーバー支間割	9-7
図 9.3.4	ティンクネ交差点フライオーバー鋼製門型橋脚正面図.....	9-7
図 9.3.5	門型橋脚（RC 構造）適用区間	9-8
図 9.3.6	ジャディブティ交差点フライオーバー計画立案上の制約条件（平面図）	9-9
図 9.3.7	ジャディブティ交差点フライオーバー計画立案上の制約条件（側面図）	9-9
図 9.3.8	ジャディブティ交差点フライオーバー鋼製門型橋脚正面図	9-10
図 9.4.1	合成床版概念図	9-10
図 9.4.2	塗装寿命延長鋼適用による再塗装周期	9-11
図 10.3.1	ネ国、インド及び日本の排出ガス規制の状況	10-4
図 10.3.2	煤煙及び一酸化炭素換気量に対する標高補正率.....	10-7
図 10.3.3	トンネル（マノハラ川方面）の区間長	10-8
図 10.3.4	トンネル（マイティガール方面）の区間長	10-8
図 10.4.1	トンネル照明設置断面図.....	10-11
図 10.4.2	概略照明配置図（1/3）	10-12
図 10.4.3	概略照明配置図（2/3）	10-13
図 10.4.4	概略照明配置図（3/3）	10-13

図 10.5.1	トンネル等級	10-14
図 10.5.2	通話型通報設備	10-15
図 10.5.3	操作型通報設備	10-15
図 10.5.4	自動通報設備	10-16
図 10.5.5	非常警報設備	10-16
図 10.5.6	消火器	10-17
図 10.5.7	消火栓設備	10-17
図 10.5.8	誘導表示板	10-18
図 10.5.9	避難情報提供設備	10-18
図 10.5.10	排煙設備及び避難通路	10-19
図 10.5.11	給水栓設備	10-19
図 10.5.12	無線通信補助設備	10-20
図 10.5.13	水噴霧設備	10-20
図 10.5.14	監視装置（CCTV カメラ）	10-21
図 10.6.1	設計交通量（トンネル等級用）	10-21
図 10.6.2	本トンネルのトンネル等級	10-22
図 10.6.3	本トンネルの非常設備割付図	10-26
図 10.7.1	トンネル電気室及び管理室位置図（案）	10-27
図 10.7.2	トンネル電気室配置図（参考）	10-27
図 11.1.1	ミクロシミュレーション検討対象	11-1
図 11.1.2	VISSIM によるシミュレーション対象道路ネットワーク（現況）	11-3
図 11.1.3	流入入交通量の再現再現性の確認結果（調査対象全体）	11-4
図 11.1.4	流入入交通量の現況再現性の確認（各交差点）	11-5
図 11.1.5	「with」及び「without」シナリオの道路ネットワーク	11-6
図 11.2.1	各交差点における方向別交通量（2019 年調査）	11-7
図 11.2.2	コテシヨール交差点の現況の信号現示	11-8
図 11.2.3	ジャディブティ交差点の現況の信号現示	11-8
図 11.2.4	ティンクネ 1 交差点の現況の信号現示	11-8
図 11.2.5	ジャディブティ交差点における 2033 年の将来交通量	11-9
図 11.2.6	コテシヨール交差点における 2033 年の将来交通量	11-9
図 11.2.7	ティンクネ 1（南）交差点における 2033 年の将来交通量	11-10
図 11.2.8	ティンクネ 2（西）交差点における 2033 年の将来交通量	11-10
図 11.2.9	ティンクネ 3（北）交差点における 2033 年の将来交通量	11-10
図 11.2.10	ジャディブティ交差点の信号現示（2033 年「without」シナリオ）	11-11
図 11.2.11	コテシヨール交差点の信号現示（2033 年「without」シナリオ）	11-11
図 11.2.12	ティンクネ 1（南）交差点の信号現示（2033 年「without」シナリオ）	11-11
図 11.2.13	ティンクネ 3（北）交差点の信号現示（2033 年「without」シナリオ）	11-12
図 11.2.14	ジャディブティ交差点の信号現示（2033 年「with」シナリオ）	11-12
図 11.2.15	コテシヨール交差点の信号現示（2033 年「with」シナリオ）	11-12
図 11.2.16	ティンクネ 1（南）交差点の信号現示（2033 年「with」シナリオ）	11-13

図 11.2.17	ティンクネ 3（北）交差点の信号現示（2033 年「with」シナリオ）	11-13
図 11.3.1	“with”シナリオ及び“without”シナリオにおける光津混雑状況	11-14
図 12.4.1	マノハラ川沿いの堤防道路整備計画の概要	12-3
図 12.4.2	マノハラ川のリバーコリドー計画（セクション 1:アラニコハイウェイから ハヌマンテ川との合流地点まで）	12-4
図 12.4.3	マノハラ川沿いリバーコリドー計画（セクション 2:ハヌマンテ川との合流 地点から環状道路南まで）	12-4
図 12.5.1	マノハラ川流域図	12-6
図 12.5.2	マノハラ川の水系の概略図	12-6
図 12.5.3	河川改修事業の概要図	12-7
図 12.5.4	HPCIDBC 提案の護岸の標準断面図	12-8
図 12.5.5	セクション 1 におけるマノハラ川の現況断面	12-9
図 12.5.6	セクション 1 における道路断面	12-10
図 12.5.7	セクション 1 における堤防道路断面	12-10
図 12.5.8	セクション 2 右岸側の状況	12-11
図 12.5.9	セクション 2 におけるマノハラ川現況断面	12-11
図 12.5.10	セクション 2 における橋梁	12-12
図 12.5.11	セクション 2 における左岸側の状況	12-12
図 12.5.12	セクション 2 における右岸側の状況	12-13
図 12.6.1	不等流解析のモデル	12-14
図 12.6.2	不等流解析の結果（浸水域）	12-15
図 12.6.3	降雨確率年ごとの高水位、河床及び堤防高の関係	12-16
図 12.6.4	各断面の高水位 (1/2)	12-16
図 12.6.5	各断面の高水位 (2/2)	12-17
図 12.8.1	既存橋交差点部での交通処理問題	12-22
図 12.8.2	代替案 1 の路線図及び横断面図	12-24
図 12.8.3	代替案 2 の路線図及び横断面図	12-25
図 12.8.4	代替案 3 の路線図及び横断面図	12-26
図 12.8.5	代替案 4 の路線図及び横断面図 Plan & Cross-sections for Alternative-4	12-26
図 12.10.1	交通需要予測の結果	12-32
図 12.10.2	コテシヨール交差点の方向別交通量	12-33
図 13.2.1	現場及び仮設ヤードの候補地	13-3
図 13.2.2	用地 1 の位置と現況	13-4
図 13.2.3	用地 2 の位置と現況	13-4
図 13.2.4	用地 3, 4 の位置と現況	13-5
図 13.3.1	候補地までの輸送経路及び状況	13-6
図 13.3.2	建設廃棄物処分候補地の位置図	13-7
図 13.5.1	コルカタからカトマンズまでの輸送経路	13-8
図 14.1.1	計画全体図	14-1
図 14.4.1	工事用道路計画	14-4

図 14.5.1	施工条件による工事区域の設定	14-5
図 14.5.2	第 1 工区（ゾーン 3） U型擁壁	14-6
図 14.5.3	第 2 工区（ゾーン 2） ボックスカルバート	14-6
図 14.5.4	第 3 工区（ゾーン 1） ボックスカルバート	14-7
図 14.5.5	第 4 工区（ゾーン 1） ボックスカルバート	14-7
図 14.5.6	第 5 工区（ゾーン 1） ボックスカルバート	14-8
図 14.5.7	RESA と工事区域（掘削線）	14-9
図 14.5.8	誘導灯位置図	14-10
図 14.5.9	仮設誘導灯の設置例	14-10
図 14.5.10	ティンクネ交差点付近の排水溝	14-11
図 14.5.11	掘削断面図	14-12
図 14.5.12	アンダーパスの施工順序	14-13
図 14.5.13	準備工	14-14
図 14.5.14	鋼矢板圧入	14-15
図 14.5.15	土留め掘削（1）	14-15
図 14.5.16	土留め掘削（2）	14-16
図 14.5.17	クレーン作業	14-16
図 14.5.18	コンクリート打設	14-17
図 14.5.19	埋戻し（1）	14-18
図 14.5.20	埋戻し（2）	14-18
図 14.5.21	鋼矢板引抜き・撤去	14-19
図 14.5.22	舗装・付帯工事（ボックスカルバート内）	14-19
図 14.5.23	完了	14-20
図 14.5.24	準備工	14-20
図 14.5.25	一次掘削	14-21
図 14.5.26	二次掘削	14-22
図 14.5.27	クレーン作業	14-22
図 14.5.28	コンクリート打設	14-23
図 14.5.29	埋戻し（1）	14-24
図 14.5.30	埋戻し（2）	14-24
図 14.5.31	舗装・付帯工事（ボックスカルバート内）	14-25
図 14.5.32	完了	14-25
図 14.6.1	フライオーバー区間の位置図	14-26
図 14.6.2	フライオーバー工事の施工順序	14-28
図 14.6.3	準備工	14-28
図 14.6.4	杭基礎工・下部工	14-29
図 14.6.5	上部工・鋼製脚梁工事	14-30
図 14.6.6	準備工・下部工	14-31
図 14.6.7	建設ヤード候補地	14-32
図 14.6.8	上部工（1）	14-33

図 14.6.9	上部工（２）	14-33
図 17.1.1	事業実施組織(案)と関連部署	17-1
図 17.1.2	PIU 組織図（案）	17-2
図 17.2.1	プロジェクト実施関係者相関図	17-3
図 17.3.1	プロジェクト実施工程表案	17-4
図 18.1.1	幹線道路網の維持管理システム	18-1
図 18.1.2	カランキアンダーパスの概要	18-3
図 18.1.3	RBN の組織図	18-6
図 18.2.1	プロジェクト施設完成後の運営・維持管理体制（案）	18-8
図 18.2.2	トンネル区間監視体制（案）	18-10
図 18.2.3	トンネル内事故・災害発生時の緊急対応（案）	18-10
図 19.1.1	プロジェクト位置図	19-2
図 19.1.2	改良される路線	19-3
図 19.1.3	プロジェクト対象地域の地質図	19-5
図 19.1.4	IEE の承認プロセス	19-11
図 19.1.5	ジャディブティコテシヨール区間の交通量	19-37
図 19.1.6	1 日の通流変動：コテシヨールの 21 時間データ（2019 年 2 月）	19-38
図 19.1.7	2019 年と 2033 年の交通量予測	19-38
図 19.1.8	交差点の交通量（2019 年調査データ）	19-39
図 19.1.9	コテシヨール交差点の交通状況の現状	19-39
図 19.1.10	空域制限要件	19-40
図 19.1.11	コテシヨール交差点の空撮	19-41
図 19.1.12	ジャディブティ交差点の空撮	19-42
図 19.1.13	ティンクネで影響を受ける寺院の概要と写真	19-44
図 19.1.14	ジャディブティの集配水ポンプの概要と写真	19-44
図 19.1.15	キャンプと保管ヤード予定地	19-83
図 19.1.16	残土処分場と保管場所	19-88
図 19.1.17	プロジェクト実施組織	19-114
図 19.2.1	コテシヨール交差点の ROW の現状	19-121
図 19.2.2	用地取得手続(土地収用法に基づく)	19-123
図 19.2.3	ジャディブティ地区で影響を受ける民有地と建物	19-130
図 19.2.4	ティンクネ交差点三角形地域における係争の状況	19-134
図 19.2.5	本プロジェクトにおけるジャディブティ交差点-マノハラ川間道路整備 計画	19-134
図 19.2.6	ARAP 実施のための組織案	19-141
図 21.1.1	ネ国通貨における一般的な政府債務総額（2000-2028）	21-1
図 21.1.2	一般的な政府債務の GDP に対する比率（2000-2028）	21-2

表目次

ページ

表 1.2.1	本プロジェクトの要約	1-2
表 1.3.1	本調査の実施工程（当初）	1-3
表 2.1.1	近年の政治史	2-2
表 2.2.1	近年の主要社会経済指標	2-3
表 2.3.1	幹線道路網（SRN）上の状況（単位: km）	2-5
表 2.3.2	地方道路網の状況（Unit: km）	2-5
表 2.3.3	幹線道路網上の IRI 値による舗装状況	2-6
表 2.3.4	カトマンズ盆地交通事故の経年データ	2-6
表 2.3.5	過年度の政府予算と運輸セクターへの配分状況	2-10
表 2.3.6	道路・橋梁プロジェクトへの DOR 予算（維持管理予算は含まず）	2-10
表 2.5.1	アラニコハイウェイ北側新都市計画の工程	2-12
表 2.6.1	外郭環状道路プロジェクトの概要	2-17
表 2.6.2	実施担当機関と担当区域	2-21
表 2.6.3	担当区域と行政管轄区域	2-22
表 3.1.1	測量範囲の概要	3-1
表 3.1.2	測量項目	3-3
表 3.1.3	ベンチマークリスト	3-4
表 3.1.4	基準点の詳細	3-4
表 3.2.1	低圧架空線インベントリ調査結果 (1/2)	3-16
表 3.2.2	低圧架空線インベントリ調査結果 (2/2)	3-17
表 3.3.1	地質調査項目一覧	3-18
表 3.3.2	下層路盤材および上層路盤材への適用性	3-27
表 3.3.3	舗装用骨材への適用性	3-28
表 3.3.4	コンクリート用骨材への適用性	3-28
表 3.4.1	10mm/日以上 of 降水日数	3-33
表 3.4.2	相対湿度と平均風速	3-34
表 4.1.1	改良版 TDF モデルで更新した箇所	4-3
表 4.2.1	CBS による 2031 年までの人口中位推計結果	4-7
表 4.2.2	GDP と人口のシナリオ設定	4-11
表 4.2.3	立体交差別の代替案	4-13
表 4.3.1	改良版 TDF モデルで算出した OD 表の現況再現性の結果	4-14
表 4.3.2	2020 年の人口シナリオ設定	4-15
表 4.3.3	2030 年、2040 年を対象とした人口シナリオ	4-18
表 4.4.1	改良前と改良後のモデルで予測した大ゾーン間 OD 表とその差	4-21
表 4.4.2	2030/2040 年で立体交差が整備されない場合の地点別配分交通量	4-22
表 5.1.1	環状道路上主要 7 交差点上の交通量（2018/19）	5-2
表 5.2.1	コテシヨール及びティンクネ交差点の方向別交通需要	5-7

表 5.2.2	T-M 交差点における方向別交通需要	5-8
表 6.1.1	LOS の概要	6-1
表 6.1.2	基本幾何構造条件	6-4
表 6.1.3	道路幾何構造条件	6-5
表 6.3.1	死荷重：単位荷重	6-7
表 6.3.2	活荷重の組合せ	6-10
表 6.3.3	地域係数	6-11
表 6.3.4	応答低減係数	6-12
表 6.3.5	重要度係数	6-13
表 6.4.1	道路計画上のコントロールポイントへの対応方針	6-14
表 6.5.1	CAAN からの本プロジェクトに対する要請事項	6-20
表 7.2.1	シミュレーションによる比較結果	7-14
表 7.3.1	課題と検討方針（1/3）	7-16
表 7.3.2	課題と検討方針（2/3）	7-17
表 7.3.3	課題と検討方針（3/3）	7-18
表 7.3.4	最適案選定：一次比較表	7-22
表 7.4.1	解析ケース	7-25
表 7.4.2	計画道路に必要な車線数と LOS（2033 年時点）	7-25
表 7.4.3	方向別ピーク時間将来交通量（PCU/h）	7-26
表 7.4.4	解析ケース	7-26
表 7.4.5	ティンクネ交差点における車線数一覧	7-30
表 7.4.6	コテシヨール交差点における車線数一覧	7-30
表 7.4.7	ジャディブティ交差点における車線数一覧	7-31
表 7.4.8	Alt-3-2 の線形設定上の留意点	7-34
表 7.4.9	Alt-4-2 の線形設定上の留意点	7-36
表 7.4.10	Alt-1-1 のコテシヨール交差点の解析結果	7-40
表 7.4.11	Alt-3-2 のコテシヨール交差点の解析結果	7-42
表 7.4.12	Alt-4-2 のコテシヨール交差点の解析結果	7-43
表 7.4.13	各オプションの比較検討結果	7-55
表 7.4.14	フライオーバー構造の特色	7-58
表 7.4.15	アンダーパス構造の特色	7-58
表 7.4.16	最新技術一覧表	7-59
表 7.4.17	フライオーバーの施工方法と条件	7-62
表 7.4.18	アンダーパス構造物の施工方法	7-64
表 7.4.19	フライオーバー構造物の施工条件	7-64
表 7.4.20	二次比較検討結果（概要表）	7-73
表 7.4.21	二次比較検討結果（詳細）	7-74
表 8.1.1	比較 3 案の概要	8-2
表 8.1.2	主線形に関する DOR 及び CAAN との協議経緯	8-2
表 8.1.3	比較 3 案の概要	8-16

表 8.2.1	各箇所において適用する舗装種別	8-24
表 8.2.2	新設舗装区間の構成	8-25
表 8.2.3	道路照明の計画案	8-31
表 8.2.4	設置する規制標識一覧	8-31
表 8.3.1	立体区間供用前後の交通流の比較	8-39
表 8.3.2	ティンクネ交差点のサービスレベルの改善	8-40
表 8.4.1	コテシヨール交差点におけるサービスレベル	8-48
表 8.5.1	ジャディプティ交差点におけるサービスレベル	8-52
表 9.2.1	アンダーパスの構造特性	9-2
表 9.3.1	適用可能橋種と支間長（鋼橋）	9-2
表 9.3.2	適用可能橋種と支間長（PC 橋）	9-3
表 9.3.3	基礎形式比較表	9-4
表 10.1.1	トンネル付帯施設一覧表	10-1
表 10.2.1	適用基準一覧表	10-2
表 10.3.1	換気検討における設計条件	10-2
表 10.3.2	換気計算における設計交通容量	10-3
表 10.3.3	換気計算における設計時間交通量	10-3
表 10.3.4	一酸化炭素及び煤煙の設計濃度	10-3
表 10.3.5	換気検討に適用する排出量原単位	10-4
表 10.3.6	本検討で採用する煤煙の排出原単位	10-5
表 10.3.7	設計時間交通量における煤煙の所要換気量	10-6
表 10.3.8	設計交通容量における煤煙の所要換気量	10-6
表 10.3.9	設計時間交通量における CO の所要換気量	10-7
表 10.3.10	設計交通容量における CO の所要換気量	10-7
表 10.3.11	本トンネルの自然換気風量	10-9
表 10.3.12	機械換気設備の必要性（断面：マノハラ川方面）	10-10
表 10.3.13	機械換気設備の必要性（断面：マイティガール方面）	10-10
表 10.4.1	設計条件（トンネル照明検討）	10-11
表 10.4.2	路面輝度及び基本照明設置数	10-12
表 10.5.1	トンネル等級に応じた設置すべき非常用設備	10-14
表 10.6.1	本トンネルに設置すべき非常用設備	10-22
表 10.6.2	本トンネルに設置される非常用設備	10-25
表 10.7.1	トンネル電気室の概要	10-26
表 10.7.2	トンネル管理室	10-26
表 10.7.3	トンネル関連設備の概算必要電力量	10-27
表 11.1.1	VISSIM による分析シナリオ	11-5
表 11.2.1	各交差点における現況交通量	11-6
表 11.3.1	TTC に用いた車種別時間価値の原単位	11-15
表 11.3.2	VOC の原単位	11-15
表 11.3.3	“with”シナリオ及び“without”シナリオにおける TTC 及び VOC の比較	11-16

表 12.4.1	バグマティ・アクションプランの実施機関	12-2
表 12.5.1	行政区域ごとのリバーコリドーの事業進捗	12-5
表 12.5.2	河川改修事業の概要	12-7
表 12.6.1	流出量	12-13
表 12.6.2	各断面の高水位	12-18
表 12.6.3	各断面の流下能力及び対応する流出量の降雨確率年	12-18
表 12.7.1	マノハラ川バイパスの関連事業一覧	12-19
表 12.7.2	コントロールポイント一覧	12-20
表 12.8.1	構造形式の比較	12-23
表 12.8.2	代替案 1 の特徴	12-24
表 12.8.3	代替案 2 の特徴	12-25
表 12.8.4	代替案 3 の特徴	12-26
表 12.8.5	代替案 4	12-27
表 12.8.6	マノハラ川バイパスの代替案比較	12-28
表 12.9.1	平面線形のコントロールポイントと線形計画の方針	12-30
表 12.9.2	縦断線形のコントロールポイントと線形計画の方針	12-31
表 12.10.1	マノハラ川バイパスの with/without ケースのコテシヨール交差点規模の比較	12-34
表 13.1.1	主要資材の調達計画	13-1
表 13.1.2	主要な建設機械の供給元	13-2
表 13.3.1	採石場の候補地	13-6
表 14.3.1	全体工程表	14-3
表 14.5.1	空域制限下における施工の許容高	14-8
表 14.5.2	床掘勾配	14-12
表 14.5.3	工種別施工時間	14-12
表 14.5.4	主要な建設機械の一覧	14-25
表 14.6.1	ティンクネ交差点部フライオーバー工事の概要	14-27
表 14.6.2	ジャディブディ交差点部フライオーバー工事の概要	14-27
表 14.6.3	施工時間（杭基礎・下部工）	14-30
表 14.6.4	施工時間（上部工・鋼製脚梁）	14-31
表 14.6.5	主要な建設機械の一覧	14-34
表 15.1.1	事業費の概要	15-1
表 15.1.2	建設工事費	15-2
表 15.2.1	BQ 表(1)	15-5
表 15.2.2	BQ 表(2)	15-6
表 15.2.3	BQ 表(3)	15-7
表 15.2.4	BQ 表(4)	15-8
表 15.2.5	BQ 表(5)	15-9
表 16.2.1	実施スケジュール（案）	16-2
表 16.2.2	実施工程表（案）	16-3
表 17.3.1	プロジェクト実施工程（TK2R の場合）	17-3

表 18.1.1	道路維持管理実施者別予算配分結果（2016/17～2019/20）	18-5
表 18.2.1	トンネル点検項目	18-9
表 18.2.2	トンネル維持管理作業	18-9
表 18.2.3	トンネル運営・維持管理に必要となる人材	18-11
表 18.2.4	トンネル運営・維持管理に必要となる機材等	18-11
表 18.3.1	アンダーパス区間の運営・維持管理費用	18-12
表 19.1.1	プロジェクト概要	19-1
表 19.1.2	プロジェクト対象地域付近の主要河川	19-6
表 19.1.3	ネ国における環境管理の法的枠組みの概要	19-7
表 19.1.4	EPR2020 で定められた I E E、E I A 適用の基準	19-9
表 19.1.5	JICA ガイドラインとネ国法制度のギャップ分析	19-16
表 19.1.6	プロジェクトありオプションとプロジェクトなしオプションの比較	19-21
表 19.1.7	代替案の比較と評価	19-22
表 19.1.8	本プロジェクトのスコーピングマトリックス	19-26
表 19.1.9	IEE 調査の TOR	19-30
表 19.1.10	大気質・騒音の調査地点	19-33
表 19.1.11	大気質調査結果	19-33
表 19.1.12	既存道沿いの騒音調査実施地点	19-34
表 19.1.13	ネパール国が定める騒音基準	19-34
表 19.1.14	既設道路の騒音	19-35
表 19.1.15	水質調査対象	19-35
表 19.1.16	既存プロジェクト道路の地表水・地下水質結果	19-36
表 19.1.17	ネパールの排水・飲料水基準	19-36
表 19.1.18	プロジェクト道路ルート沿いの土地利用パターンの状況	19-43
表 19.1.19	影響評価結果	19-45
表 19.1.20	追加取得用地の概要	19-50
表 19.1.21	建設労働者キャンプの用地	19-53
表 19.1.22	影響を受ける可能性のある電柱のリスト	19-56
表 19.1.23	本プロジェクトに必要とされる用地	19-57
表 19.1.24	構造物タイプ毎に必要な用地面積	19-58
表 19.1.25	影響毎の被影響世帯数と人数	19-58
表 19.1.26	地区別の影響を受ける土地と家屋	19-58
表 19.1.27	環境管理計画(EMP)	19-64
表 19.1.28	社会支援費用	19-104
表 19.1.29	その他の緩和策実施費用	19-105
表 19.1.30	緩和策のコスト試算の概要	19-105
表 19.1.31	環境モニタリング計画	19-106
表 19.2.1	道路規格に応じた ROW	19-120
表 19.2.2	ネ国における用地取得・住民移転法制度の概要	19-122
表 19.2.3	非自発的住民移転にかかる JICA の方針	19-124

表 19.2.4	影響を受ける第 32 区の世帯と人口	19-125
表 19.2.5	プロジェクト被影響世帯数と人数	19-125
表 19.2.6	男女・年齢層別の人口	19-125
表 19.2.7	被影響世帯の民族構成	19-126
表 19.2.8	調査対象世帯の職業=(学生、<6 歳児を除く)	19-127
表 19.2.9	プロジェクトの被影響住民の教育状況	19-128
表 19.2.10	調査対象世帯の平均年収範囲	19-128
表 19.2.11	プロジェクトに必要な用地	19-131
表 19.2.12	場所ごとの必要な用地	19-131
表 19.2.13	ティンクネ地域内の用地取得・係争の経緯	19-133
表 19.2.14	補償決定委員会委員	19-135
表 19.2.15	エンタイトルメントマトリックス	19-137
表 19.2.16	ARAP の実施スケジュール	19-143
表 19.2.17	私有地の補償額の目安	19-145
表 19.2.18	私有構造物に対する補償の概算	19-146
表 19.2.19	給水施設の補償額の目安	19-147
表 19.2.20	移転手当と回復手当	19-147
表 19.2.21	事業中断手当	19-147
表 19.2.22	ARAP 実施の推定費用	19-148
表 19.2.23	補償費用の内訳	19-148
表 19.2.24	内部モニタリングのためのモニタリングフォーム	19-150
表 19.2.25	外部モニタリングのためのモニタリングフォーム	19-152
表 19.2.26	第 2 回ステークホルダー協議の概要	19-154
表 19.2.27	フォーカスグループディスカッションの概要	19-156
表 19.2.28	2022 年 9 月 24 日の第 1 回公開コンサルテーションにおける参加者からの 質問とプロジェクト実施者の回答	19-157
表 19.2.29	2023 年 6 月 30 日の第 2 回パブリックコンサルテーションにおける参加者 の質問とプロジェクト実施者の回答	19-158
表 19.2.30	9 月 1 日の会議の参加者	19-161
表 19.4.1	カトマンズの道路網全体における CO2 排出削減率の評価結果	19-165
表 19.4.2	プロジェクト対象 12 道路における CO2 排出削減量の評価結果	19-166
表 20.5.1	ネ国へ適用可能な DX 技術候補	20-4
表 21.1.1	2018 年から 2021 年にかけてのアジアの近隣途上国との一般的な政府債務 の GDP に対する比率の比較	21-3
表 21.2.1	経済的費用の算出	21-6
表 21.2.2	2023 年価値における車種別走行時間短縮便益のための時間価値原単位	21-7
表 21.2.3	2023 年価値における車種別走行経費減少便益のための時間価値原単位	21-8
表 21.2.4	EIRR の感度分析の結果	21-9

付録集

付録 1:ベンチマークの概要

付録 2: 横断測量及び地下埋設物調査結果

付録 3:柱状図

付録 4: ADB-TA の OD の補正方法

付録 5:平面交差点形状の代替案比較

付録 6: 図面集

付録 7: TK-2R と TK-3 の比較検討（非公開）

略語集

略語	英名	和名
AADT	Annual Average Daily Traffic	年平均日交通量
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials	米国全州道路交通運輸行政官協会
AAGR	Average Annual Growth Rate	年平均増加率
ADB	Asia Development Bank	アジア開発銀行
ADB TA	Asia Development Bank Technical Assistance	—
ADT	AADT	年平均交通量
AG	At Grade Road	平面道路
Alt	Alternative	代替案
AI	Artificial Intelligence	人工知能
ARAP	A Abbreviated Resettlement Action Plan	簡易住民移転計画
ARK	Araniko Highway	アラニコハイウェイ
ARKN	Araniko Highway North	アラニコハイウェイ北
ARKS	Araniko Highway South	アラニコハイウェイ南
BH	Borehole	ボーリング
BIM	Building Information Modeling	—
BP	Bypass	バイパス
BOD	Biological Oxygen demand	生物学的酸素要求量
BQ	Bill of Quantity	数量明細書
BRT	Bus Rapid Transit	—
C/Ps	Control Points	コントロールポイント
CAAN	Civil Aviation Authority of Nepal	ネパール航空局
CBS	Central Bureau of Statistics	統計局
CCCC	Chinese Communication Construction Company	中国通信建設会社
CDC	Compensation Determination Committee	補償決定委員会
CIM	Construction Information Modeling/Management	—
CO	Carbon Oxide	一酸化炭素
CRCC	China Railway Construction Corporation	国鉄道建設公社
DDC	District Development Committee	県開発委員会
DFID	Department for International Development	英国援助庁
DFR	Draft Final Report	ドラフトファイナルレポート
DME	Distance Measuring Equipmen	距離測定装置
DOLI	Department of Local Infrastructure	地方インフラ局
DOR	Department of Roads	道路局
DOTM	Department of Transport Management	交通管理局
DRO	Division Roads Offices	地方事務所
DX	Digital Transformation	デジタルトランスフォーメーション
EMU	Environmental Monitoring Unit	環境モニタリングユニット
ENDP	Eastern New Town Development Project	東部新都市開発事業
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
EMP	Environmental Monitoring Plan	環境管理計画
EPR	Environmental Protection Rules	環境保護法
ER	Earth Retaining Wall	土留め工法

略語	英名	和名
ESMF	Environmental and Social Management Frame	環境社会マネジメントフレームワーク
ESO/SSO	Environmental and Social Safeguards Officer	環境・社会セーフガード責任者
FHWA	Federal Highway Administration	－
FO	Flyover	フライオーバー
FP	Floating Population	フローティング人口
FR	Fianl Report	ファイナルレポート
FS	Feasibility Study	協力準備調査
FRSMO	Federal Roads Supervision and Monitoring Offices	地域事務所
FY	Finalcial Year	会計年次
G/A	Generation/Attraction	発生/集中
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GESU	Geo-Environment and Social Unit	DOR の地理環境社会ユニット
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
GNSS	Global Navigation Satellite System	衛星測位システム
GON	Government of Nepal	ネパール政府
GRC	Grievance Redress Committee	苦情救済委員会
GRM	Grievance Redress Mechanism	苦情処理メカニズム
GS	Grade Separation	立体交差施設
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Center's River Analysis System	－
HPCIDBC	High Powered Committee for Integrated Development of the Bagmati Civilization	バクマティ川流域総合開発高等委員会
IA	Implementing Agency	実施機関
ICAO	International Civil Aviation Organization	国際民間航空機関
ICB	International Competitive Bidding	国際競争入札
ICT	Information and Communication Technology	－
IEE	Initial Environmental Examination	簡易評価
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IoT	Internet of Things	－
IRC	Indian Road Congress	インド道路会議
IRI	International Roughness Index	国際ラフネス指数
ITR	Interim Report	インテリムレポート
I/S	Intersection	交差点
JB	Jadibuti	ジャディブティ
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JICA E&S GL	JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (2010)	JICA E&S ガイドライン
JIS	Japanese Industrial Standards	日本産業規格
JST	JICA Survey Team	調査団
KPI	Key Performance Indicator	主要性能指標
KS	Koteshwor	コテシヨール
KSUTP	Kathmandu Sustainable Urban Transport Project	－
KTM	Kathmandu	カトマンズ
KUKL	Kathmandu Upatyaka Khanepani Limited	カトマンズ盆地水道公社
KVDA	Kathmandu Valley Development Authority	カトマンズ盆地開発庁
LCC	Life Cycle Cost	ライフサイクルコスト

略語	英名	和名
LEST	Livelihood Enhancement Skill Training	生計強化スキルトレーニング
LOS	Level of Service	サービスレベル
LRN	Local Road Network	地域道路網
MIMM	Mobile Imaging Technology System& Mobile Mapping System	－
MM	Man Month	人月
MP	Master Plan	マスタープラン
MOCTCA	Ministry of Culture, Tourism and Civil Aviation	文化・観光航空局
MoFE	Ministry of Forest Environment	森林環境省
MOF	Ministry of Finance	財務省
MOFAGA	Ministry of Federal Affairs and General Administration	連邦・総務省
MOFE	Ministry of Forests and Environment	森林環境省
MOUD	Ministry of Urban Development	都市開発局
MOPIT	Ministry of Physical Infrastructure and Transport	インフラ運輸省
MRT	Mass Rapid Transit	－
MTOPS	Mass Transit Options and Prioritization Study	大量輸送システム案と優先事業調査
MUS	Municipalities	市
MoWS	Ministry of Water Supply	給水省
NAAQS	National Ambient Air Quality Standards	国家環境大気質基準
NEPAP	National Environment Policy and Action Plan	国家環境政策・行動計画
NPR	Nepal Rupees	ネパールルピー
OC	Open Cut	オープン掘削工法
OD	Origin-Destination	－
OHS	Occupational Health and Safety	労働安全衛生
OLS	Obstacle Limitation Space	空域制限
O&M	Operation and Maintenance	維持管理・運営
PAF	Project Affected Families	被影響世帯
pcu	Passenger Car Unit	乗用車換算係数
PAPs	Project Affected People	被影響住民
PD	Project Director	プロジェクトダイレクター
PID	Project Implementation Department	プロジェクト実施局
PIU	Project Implementation Unit	事業実施システム
PLI	Poor Level Income	貧困レベル収入
PPE	Personal Protection Equipment	個人用保護具
PPP	Private Public Partnership	官民パートナーシップ
RBN	Roads Board Nepal	ネパール道路基金
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
RCS	Resettlement Cost survey	代替費用調査
RESA	Runway End Safety Area	滑走路端安全区域
RoR	Right of River	河川境界
ROW	Right of Way	用地境界
RR	Ring Road	環状線
RRN	Ring Road North	環状線北
RRS	Ring Road South	環状線南
RMUS	Rural Municipalities	地方自治体

略語	英名	和名
RW(ER)	Retaining Wall	土留め方式
SASEC	South Asia Subregional Economic Cooperation	－
SDGs	Sustainable Development Goals	持続開発目標
SDMP	Strategic Development Master Plan	戦略的開発マスタープラン
SLC	School Leaving Certificate	学校教育修了試験
SPAF	Seriously Project Affected Family	深刻な被影響世帯
SRA	Safety Risk Assessment	安全リスク管理
SRN	Strategic Road Network	戦略的道路網
STD	Sexually Transmitted Diseases	性感染症(
TBV	Tribhuvan Highway	トリブバン道路
TDS	Total Dissolved Solids	総溶解固形物
TDF	Traffic Demand Forecast	交通需要予測
TIA	Tribhuvan International Airport	トリブバン国際空港
T-M intersection	Tripureshwor-Maitighar intersection	トリプレシヨール-マイティ ガール交差点
TOR	Terms of Reference	特記仕様書
TSP	Total Suspended Particles	総浮遊粒子状物質
TSS	Total Suspended Solids	総懸濁固形物
TTC	Travel Time Cost	走行時間短縮便益
UD	Undisturbed Samples	不攪乱試料
UP	Underpass	アンダーパス
USD	United States Dollar	アメリカドル
VAT	Value Added Tax	付加価値税
V/C	Volume to Capacity	交通量飽和度
VOC	Vehicle Operation Cost	走行経費短縮便益
VOR	VHF Omnidirectional Range	－
WB	World Bank	世界銀行
WGS	World Geodetic System	世界測地系
WHO	World Health Organization	世界保健機構

1章 調査の背景と目的

1.1 調査の背景

ネパール連邦民主共和国（以下、「ネ国」）は、国土のおよそ 80%が急峻な山岳地帯で占められている内陸国である。そのため、輸送のおよそ 90%は、道路による陸上輸送にて行われている。ネ国の実質経済成長率は、2010 年以降 3~6%程度で推移してきたが、2015 年 4 月に発生した「2015 年 4 月大地震（ゴルカ地震）」によりその成長率は、0.6%/年と急落した。その後の 5 年間は、5~7%程度まで回復することが見込まれている。この経済成長と共に、自動車登録者数が過去 5 年で 2 倍となり、陸上輸送に依存している貿易額は、輸出で約 16%、輸入で約 52%それぞれ増加し、これにより交通需要を押し上げた。一方、ネ国の道路網は、その急峻な地形条件や過去の争乱により、未だ開発途上であり、近隣諸国と比較しても、道路網率は低い位置に留まっている。

首都カトマンズでは、急速な人口増加に伴い、交通渋滞や大気汚染が社会問題となっており、特に幹線道路と都市道路の交差点で渋滞が悪化している。このような状況を鑑み、ネ国政府は、第 14 次国家開発計画（2016/17-2019/20）において、道路網整備を優先目標として掲げ、地域間のバランスを保ちながら社会経済成長を実現することを主な目的としている。

コテシオール交差点及びティンクネ交差点の改良事業（以下、「プロジェクト」）は、2019 年に実施された「カトマンズ盆地 都市交通セクターに係る情報収集・確認調査」（以下、「情報収集確認調査」）において、中期の優先事業として提案されている。本プロジェクトは、アラニコハイウェイと環状道路が合流するコテシオール交差点からティンクネ交差点までの区間について、フライオーバーもしくはアンダーパスによる立体化により、大規模な都市開発プロジェクトが計画されているカトマンズ盆地東部を含めたネパール東部とカトマンズ市中心部間の円滑な交通を促進することを目的としている。

上記の状況を踏まえ、ネ国政府は、日本政府に対し、プロジェクトの準備調査（以下「調査」という）の実施を要請した。この要請に応じ、独立行政法人国際協力機構（JICA）はネ国に調査団を派遣し、本プロジェクトの実現に必要な調査を実施した。

1.2 本事業及び調査の目的

本事業の目的や対象地域、関連機関等について、表 1.2.1 に整理する。

表 1.2.1 本プロジェクトの要約

名称	コテシヨール交差点改良事業
目的	立体交差施設による交差点改良により、カトマンズ市（特にカトマンズ盆地東部と中心部）の交通流改善と渋滞緩和を図り、地域の経済成長と環境改善に貢献する。
対象地域	カトマンズ市、バクタプール市及びラリトプール市
関連機関	・インフラ交通省（MOPIT）道路局（DOR） ・文化、観光航空省（MOCTCA）ネパール航空局（CAAN） ・交通警察 ・都市開発省（MOUD）カトマンズ盆地開発局（KVDA）

出典：調査団

本調査の目的は、プロジェクトの概略設計の実施、事業費算定、実施スケジュールの設定、運営・維持管理、環境社会配慮などの検討を実施することにより、プロジェクトを本邦円借款事業として実施するにあたり、JICA 審査に必要なすべての情報とデータを準備及び編集することである。

1.3 調査の工程

本調査の内容と当初計画を表 1.3.1 に示す。本調査は、2020 年当初から世界中で発生・継続したコロナ禍の影響、交通需要予測手法の再検討及びネ国側のプロジェクト用地取得方針決定の遅れにより、表 1.3.2 のとおりとなった。

表 1.3.1 本調査の実施工程(当初)

	2020									
	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10～12月	
[ステージ：1] プロジェクトの妥当性検証と最も適切な交差点改良案の選定										
プロジェクト交差点の妥当性検証										
交通需要予測更新										
飛行場側からの要求事項の確認										
自然条件調査 [Phase-1]										
環境カテゴリー（EIA or IEE の確認）										
マノハラパワースの検討										
交差点改良代替え案の検討										
[ステージ：2] 円借款形成のための予備設計、実施工程の策定										
自然条件調査 [Phase-2]										
予備設計										
事業費積算										
プロジェクト評価										
プロジェクト実施体制・運営・維持管理計画検討										
環境・社会配慮検討										
報告書					ITR			DFR	FR	

注記: ITR: Interim Report, DFR: Draft Final Report, FR: Final Report

出典: 調査団

表 1.3.2 本調査の実施工程(最終)

	2020				2021				2022				2023				2024	
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 1	Q 2
[ステージ:1] プロジェクトの妥当性検証と最も適切な交差点改良案の選定																		
プロジェクト交差点の妥当性検証																		
交通需要予測更新																		
飛行場側からの要求事項の確認																		
自然条件調査 [Phase-1]																		
環境カテゴリー (EIA or IEE の確認)																		
マノハラパワースの検討																		
交差点改良代替案の検討																		
[ステージ:2] 円借款形成のための予備設計、実施工程の策定																		
自然条件調査 [Phase-2]																		
予備設計																		
事業費積算																		
プロジェクト評価																		
プロジェクト実施体制・運営・維持管理計画検討																		
環境・社会配慮検討																		
報告書																		

ITR-1 ITR-2 DFR FR

注記: ITR: Interim Report, DFR: Draft Final Report, FR: Final Report

出典: 調査団

2章 プロジェクトを取り巻く概況

2.1 ネ国の概況

(1) 地理

ネ国は、東西約 800km の延長と南北に約 150-250km の幅を持ち、面積 147,516 km² の内陸国であり、北を中国、その他 3 方をインドと接している。

ネ国の地理は、3つの地帯に分類することができる。テライ地帯は、低い標高でインドとの国境に沿って広がっており、標高 100m~1,000m のいくつかの丘陵地域で構成されている。二番目の丘陵地帯は、標高 700-4,000m の範囲で、カトマンズやポカラなどの主要都市を含む。三番目のヒマラヤ地帯は、エベレストの様な主要ヒマラヤ山脈を含む。

(2) 気候

気候に関しては、第 3 章に詳述している。

(3) 歴史

近年、ネ国は、大きな政治体制の変化を経験しており、1990 年以前の権威主義的君主制で独占と寡頭制社会秩序を特徴とした王制から 2008 年に連邦民主共和国となった。表 2.1.1 は近年の主要な政治史を示す。

表 2.1.1 近年の政治史

年	主要な出来事
1990 年後半	マオイストによる反乱勃発し、全国 75 郡のほぼ全体に影響。
2001 年	ビレンドラ国王とその家族が奇妙な状況下で暗殺され、弟のギャレンドラが即位。
2004-2005 年	ギャレンドラ王が王政復古に基づく専制性を宣言
2006 年 4 月	反王制グループである 7 党連合とマオイストがギャレンドラ国王に対し、解散させられた内閣制復活を強制。
2007 年 1 月	包括平和合意が新内閣とマオイスト間で締結。
2008 年 4 月	共産党とマオイスト党が憲法制定議会選挙で勝利し、内閣を組閣。
2008 年 5 月	ネ国は王制を廃止し、連邦共和国制移行を宣言
2013 年 11 月	第二回憲法制定議会選挙でネパール会議派政党が過半数を制し、2014 年 2 月に連立政権を組閣。
2015 年 4,5 月	マグニチュード 7.8 の 2 つの大地震が中央ネパールで発生
2015 年 9 月	新憲法が公布
2016 年 8 月	ネパール会議派とマオイストが連立し多数派を構成。首相職を交代で担当する合意に基づき、マオイスト党首が首相に。
2017 年 6 月	マオイスト首相が自発的に首相職をネパール会議派に移譲。
2018 年 2 月	2017 年 11 月全国総選挙結果により、複数の共産党系党の連立政権が誕生し、オリ氏が首相に。
2021 年 7 月	ネパール会議派のデウバ氏が首相に。
2023 年 1 月	全国総選挙の結果、ネパール会議派が第一党となったものの、マオイスト党のダハル氏が首相に。

FR

出典：調査団（<https://mofa.gov.np/about-nepal/history-of-nepal/>参照）

2.2 ネ国の社会経済状況

ネ国は、多民族、多文化、多宗教及び多言語国家である。最も話される言語は、ネパール語であり、その他民族の言語がそれに続く。その人口は、2021 年センサスによると 29,192,480 人である。

DFID（英国援助庁）の「ネパール概要 2019 年」によると、ネ国は、一人当たりの収入において、世界で 16 位の最貧国であり、アジアではアフガニスタンに次いで貧しい国となっている。また、人間開発指数においても 145 位と下位に位置しており、近年、大きな改善が見られていない。しかし、国連開発政策委員会は、2021 年に、ネ国は、2026 年には、国連が規定する「後発開発途上国」の分類から卒業することを勧告した。ネ国の教育、保健等の主要指標については、表 2.2.1 を参照されたし。

表 2.2.1 近年の主要社会経済指標

COUNTRY AT A GLANCE

Economic	2015	2016	2017	2018	2019¹
GDP (\$ billion, current)	21.4	21.2	25.2	29.0	30.7
GDP per capita (\$, current)	763.6	745.2	873.5	993.9	1036.5
GNI per capita (\$, atlas method)	780.0	770.0	850.0	960.0	...
GDP growth (% in constant prices)	3.3	0.6	8.2	6.7	7.1
Agriculture	1.1	0.2	5.2	2.8	5.0
Industry	1.4	(6.4)	12.4	9.6	8.1
Services	4.6	2.4	8.1	7.2	7.3
Gross fixed investment (% of GDP)	28.0	28.7	31.4	34.7	36.9
Gross domestic saving (% of GDP)	9.2	4.1	13.4	17.8	20.5
Consumer price index (annual % change)	7.2	9.9	4.5	4.2	4.6
Liquidity (M2) (annual % change)	19.9	19.5	15.5	19.4	15.8
Overall fiscal surplus (deficit) (% of GDP)	0.8	1.3	(3.2)	(6.7)	(5.1)
Merchandise trade balance (% of GDP)	(31.1)	(30.3)	(33.5)	(37.5)	(37.1)
Current account balance (% of GDP)	5.1	6.2	(0.4)	(8.2)	(7.7)
External debt service (% of exports of goods and services)	8.1	9.9	10.8	8.3	8.2
External debt (% of GDP)	16.1	17.3	15.5	17.3	17.0

Poverty and Social	2006	Latest
Population (million)	24.8	29.2 [2018]
Population growth (annual % change)	1.2	1.4 [2017]
Maternal mortality ratio (per 100,000 live births)	281.0 [2005]	239.0 [2018]
Infant mortality rate (below 1 year/per 1,000 live births)	48.0 [2005]	28.4 [2016]
Life expectancy at birth (years)	62.0 [2001]	69.7 [2018]
Adult literacy (%)	48.0 [2004]	66.8 [2017]
Primary school gross enrollment (%)	122.0 [2004]	118.5 [2017]
Child malnutrition (% below 5 years old)	49.0	36.0 [2016]
Population below poverty line (%)	30.9 [2004]	18.7 [2018]
Population with access to safe water (%)	82.5	92.7 [2017]
Population with access to sanitation (%)	24.5	87.6 [2017]

Environment	Latest
Carbon dioxide emissions (kiloton)	8,031 [2014]
Carbon dioxide emissions per capita (tons)	0.3 [2014]
Forest area (million hectares)	3.6 [2016]
Urban population (% of total population) ²	59.9 [2018]

ADB Portfolio (active loans and ADF grants)³	As of 31 December, 2018
Total number of loans and ADF grants	49 (36 projects)
Sovereign	49 (36 projects)
Nonsovereign	0
Total loan and ADF grant amount (\$ million) ⁴	2,809.4
Sovereign	2,809.4
Nonsovereign	0
Disbursements {sovereign}	
Disbursed amount, total (\$ million, 2018)	246.7
Disbursed amount, excluding PBL (\$ million, 2018)	246.7
Disbursement ratio, excluding PBL (%)	17.5

... = not available, () = negative, [] = latest year for which data are available, ADB = Asian Development Bank, ADF = Asian Development Fund, GDP = gross domestic product, GNI = gross national income, M2 = broad money, OCR = ordinary capital resources, PBL = policy-based lending.

¹ Preliminary estimates of GDP by the Central Bureau of Statistics.

² Based on the administrative classification of 293 urban municipalities in 2017, 59.9% of the total population was living in urban areas in 2018.

³ Covers ADF and OCR financing for projects and programs, including policy-based lending, unless otherwise stated, and excludes cofinancing.

⁴ Net of droppages and cancellation.

Sources: Central Bureau of Statistics; National Planning Commission; Nepal Rastra Bank; World Development Indicators database. <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators> (accessed 1 July 2019).

FR

出典: Country Strategy Paper Nepal, 2020–2024, ADB, September 2019

ネ国の経済は、2015 年大地震や 2015-2016 年と継続した貿易紛争から立ち直り、2017-19 年間は、年平均 7.3%の経済成長を実現した。しかし、その後 COVID-19 の流行による影響を受け、2020、21 年はそれぞれ-2.1%と 2.3%の成長に留まった。2022 年予測は、5.8%¹と推定（ADB,2022）されている。それらの経済成長率や政府の財務状況を示すデータは、表 2.2.1 を参照されたし。

表 2.2.1 で示した様に、2015 年制定の新憲法により、政体が共和制から連邦制への移行するため、政府はより高い説明責任とよりよい公共サービスが期待されている。2017 年の国政選挙により、政治的安定性は増し、安定的経済成長も期待できる状況になってきたが、ADB の「Country Partner Strategy, Nepal 2020-2024」によると、以下に示す様な多くの解決すべき以下の課題を抱えている。

- ジェンダー、社会グループ、地域による大きな貧困格差が存在する。
- 長期に渡る過去の低投資レベルの継続が、インフラ整備水準における大きな地域間格差を引き起こし、地域間の連結性、ビジネス費用の増大と民間投資、競争力及び貿易の抑制を引き起こしている。
- 政府機関の能力不足が、より高い説明責任とよりよい公共サービスが期待される連邦制移行への障壁となっている。
- 都市の無秩序な成長及び地方における低品質・規格の道路整備が、森林破壊、土壌侵食、斜面崩壊等を引き起こし、自然環境に対する負の影響を与えている。

2.3 道路セクターの概況:Nepal Infrastructure Sector Assessment 2019,WB

2.3.1 まえがき

ネ国の最新の道路セクター概況については、世界銀行が 2019 年に発行した「Nepal Infrastructure Sector Assessment」に詳述されている。

2.3.2 道路網とその状況

ネ国の道路網は、幹線道路網と地方道路網で構成される。前者は、国道、地方幹線道路及びいくつかの都市道路で構成され、「Strategic Roads Network（SRN:戦略的道路網）」と呼ばれている。後者は、残りの都市道路と郡及び村道で構成され「Local Road Network（LRN:地方道路網）」と呼ばれている。表 2.3.1 は、各道路規格及び舗装種別毎の道路延長を示している。本表によると、幹線道路網上の約 52%が、アスファルト舗装であり、続いて 16%が碎石道路、31%が土道路となっている。なお、本プロジェクトの対象道路である環状道路とアラニコハイウェイは、SRN の中の National Highway（国道）に区分される。

1 www.adb.org/oulook

表 2.3.1 幹線道路網(SRN)上の状況 (単位: km)

	Pavement Type Road Class	Asphalt	Gravel	Earth	Total
	National Highway	3,223.80	102.39	180.66	3,506.85
	Feeder Roads	3,346.83	1,416.48	3,224.76	8,008.06
	Mid-Hill Road	254.50	462.50	514.00	1,231.00
	Postal Road	154.20	295.50	252.00	701.70
	GROUND TOTAL	6,979.33	2,276.87	4,191.42	13,447.62

出典: Statistics of SRN Part-2, 2017/2018, DOR

表 2.3.2 に、地方道路網における道路規格及び舗装種別毎の道路延長を示す。

表 2.3.2 地方道路網の状況 (Unit: km)

	Pavement Type Road Class	Asphalt	Gravel	Earth	Total
	Urban Roads	204.35	101.07	62.97	368.39
	District Core Roads	1,310.74	5,869.29	18,548.16	25,728.18
	Village Roads	693.45	6,953.72	24,256.69	31,903.86
	GROUND TOTAL	2208.54	1,2924.08	4,2867.82	58,000.43

出典: Statistics of Local Road Network (SLRN) 2016, DOR

上表から、ネ国の道路網は約 71,500km の道路延長を持つが、そのわずか 13%しかアスファルト舗装されていない。道路密度は、幹線道路網で 9.26 km/100km² で、全道路網では 50km/100km² となる。

舗装状況

ネ国幹線道路網上の舗装状況を 2012 年に IRI で計測した結果を表 2.2.3 に示す。本表によると、幹線道路網上のアスファルト舗装道路の内、52%が「悪い」あるいは「非常に悪い」状況であり、国道網だけに着目しても、その 43%は、「悪い」または「非常に悪い」に分類されている。これは、道路維持管理予算が経年的に不足していることに起因していると考えられる。

表 2.3.3 幹線道路網上の IRI 値による舗装状況

Road Condition Road Class	Pavement Conditions (IRI)				Total Length (km)
	Good <4	Fair 4-6	Poor >6-8	Bad >8	
National Highway	144.1 (5%)	1535.1 (52%)	958.7 (33%)	297.2 (10%)	2935.2 (100%)
Feeder Roads	4.0 (0%)	673.5 (36%)	706.3 (37%)	502.9 (27%)	1886.8 (100%)
All Sealed Roads	148.1 (3%)	2208.7 (46%)	1664.9 (35%)	800.2 (17%)	4821.9 (100%)

出典: Mid-Term Review of Sector Wide Road Program & Priority Investment Plan (2015)

交通事故

WHO データによると、2017 年のネ国内の交通事故死者数は 4921 名である。これは、10 万人当たり 20.13 名の死者率であり、世界で 79 位に位置する。表 2.3.4 にカトマンズ盆地内過年度（2015-2019）の交通事故数を状況別に示す。本表から交通事故数及び死者数は着実に増加していることが伺える。

表 2.3.4 カトマンズ盆地交通事故の経年データ

	Year	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019
	Nos of Accidents	5,668	5,530	6381	8,511
Fatal		166	182	194	254
Seriously injured		275	201	219	317
Ordinary Injured		3,901	3,914	4,333	5,890

出典: Traffic Police HQ, Feb. 2020

2.3.3 道路網管轄に関わる組織

連邦制の下、ネ国の道路網管轄に関わる組織は、幹線道路網については、MOPIT（インフラ運輸省）、DOR（道路局）及び DOTM（交通管理局）が担当することになった。また、地方道路網については、MOFAGA（連邦・総務省）と DoLI2（地方インフラ局）（図 2.3.1）が所管することとなった。

道路維持管理については、独立機関である RBN（ネパール道路基金）が、幹線道路網と地方道路網の道路維持管理の予算を所掌している。MOF（財務省）は、燃料税、自動車登録税等徴収した後、RBN に移管し、RBN が、DOR と DOLI（地方インフラ局）に配分し、道路の建設、改良、改修や維持管理費用として使用される。詳

2022 年 5 月、ネ国政府は、DOLI の解散を宣言し、連邦制の結果としてその役割を市に移管することを発表した。

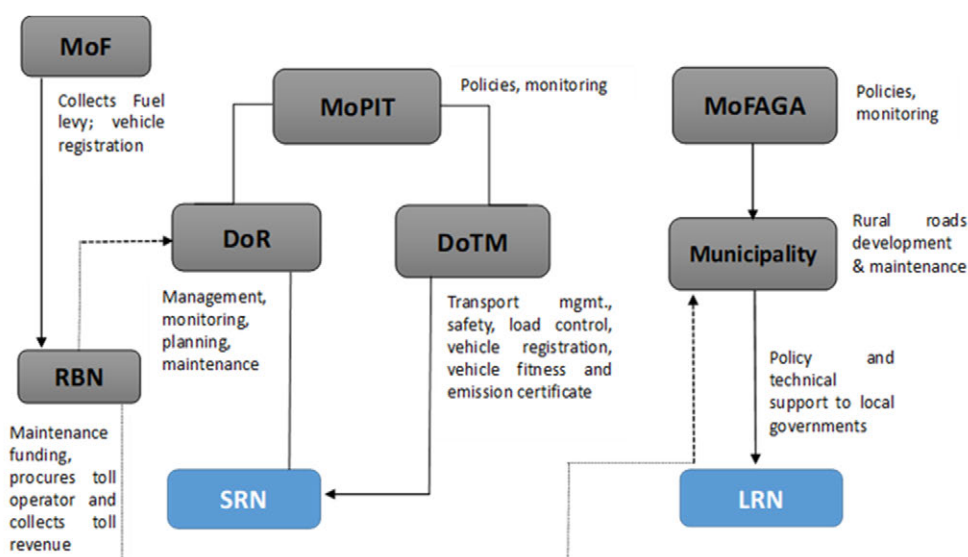
細については、「18 章 運営・維持管理」に詳述し、図 2.3.1 に道路網管轄に関する組織図を示す。

道路網管轄に関わる法制度について、重要な法律・規則を以下に示す。

Public Roads Act (1974) (公共道路法)：本法は幹線道路網に関して最も重要な法律であり、道路クラス、ROW（道路用地幅）、用地の一時的収用や道路沿線の開発税徴収を規定した法律である。本法律は現在改定中。

Roads Board Acts (2002) and Regulations (2004) (道路基金法及び規則)：RBN の目的と役割を規定した法律である。

Motor Vehicles and Transport Management Act (1993) and Regulations (1997) (自動車及び交通マネジメント法)：ネ国で唯一の交通安全に関する法律。昨今、「Road Safety Act (交通安全法)」を策定中で Road Safety Council（交通安全協議会）主導により道路交通安全に関する課題に取り組むことを規定する予定。



注記: DOLIDAR= Department of Local Infrastructure Development and Agriculture Roads; DOR= Department of Roads; DoTM= Department of Transport Management; LRN = Local roads network; MOF = Ministry of Finance; MOFAGA = Ministry of Federal Affairs and General Administration; MoPIT= Ministry of Physical Infrastructure and Transport; RBN= Road Board of Nepal; SRN = Strategic Roads Network.

出典: Nepal Infrastructure Sector Assessment

図 2.3.1 道路網管轄に関する組織3

2.3.4 運輸/道路セクターの開発計画

ネ国政府の第 15 次国家開発計画（2.4.1 で詳述）において、運輸セクターにおける最新技術活用と技術移転による道路管理能力強化の必要性を強調している。その他運輸セクターの開発指針としては、(i) National Transport Policy, 2002（国家運輸政策 2002）、(ii) MOPIT 戦略計画 2016-2020、(iii) 道路セクター優先投資計画、DOR、

3 Municipalities are to be responsible for the LRN under the monitoring by MOFAGA

(iv)SASEC 運用計画 2016-2020 等があげられる。以下にそれらの計画の概要を説明する。

国家運輸政策,2002

国家運輸政策は、2002 年に政府により策定及び承認されたもので、ネ国の経済、社会、文化、観光開発のために、信頼がおけ、費用対効果が高く、持続可能な運輸システムを構築することを目的としている。本政策は、その目的と 3 つの全体戦略、サブセクターやアクションプランを含む 16 の政策から構成されている。

本政策の主な戦略は、i) 政府が中央レベルから実施すべき活動の内容と範囲を示し、中央レベルで建設可能な運輸システムに関して責任を持って実施すること、ii) 地方分権システムを強化する目的とすること、及び iii) 運輸システムの開発と維持に民間セクターの関与を促進すること等である。それに続く他の道路セクター開発政策は、本政策に記載されている方針に基づき立案されている。2022 年現在、本政策は更新されていない。

MOPIT 戦略計画,2016-2021

MOPIT は、2015 年に道路、鉄道、交通管理分野を含む運輸セクター 5 か年戦略的計画（2016-2021）を策定した。この 5 か年計画は、i) 現状分析や道路網の状況を含む計画の背景、ii) 計画の目的と開発コンセプト、iii) 道路、鉄道及び交通管理分野の主要プログラム、iv) 期待される成果、及び v) 概算投資金額を含んでいるが、その大半は道路セクターの説明に割いている。

5 か年戦略計画の主なコンセプトは、i) 首都カトマンズと各省都を連結させることにより人々の道路網へのアクセシビリティと経済及び観光振興の確保、ii) 経済的かつ効率的な貨物と人の輸送モードとして電化鉄道整備の必要性の強調、iii) 安全で信頼のおける費用対効果の高い運輸手段整備のための交通マネジメントシステムの改善、及び iv) 交通安全と大気汚染対策の必要性等、である。

道路セクタープログラムにおいては、5 か年戦略計画は以下を強調している。

- a) 2015 年の大震災で被災した道路の再建
- b) 基本道路網の拡大
- c) 主要国道の整備
- d) ネ国南北方向を連結する主要道路の整備
- e) 二国間国境施設に連結する道路の整備
- f) カトマンズ盆地内の道路網強化：外郭環状道路の建設
- g) 橋梁の新設と維持管理：対象 650 橋の完成
- h) 道路トンネル整備：ナグドゥンガトンネル含む
- i) 道路網の維持管理

- j) 交通安全：ネ国交通安全アクションプラン（2013-2020）の実施
- k) 実施にあつたての配慮事項：環境社会配慮、PPP の推進、ユニバーサルアクセスの実現、最新の機材調達、及び重機リースセンターの設立

本 5 か年戦略計画に記載されたプログラムの実施するためには、816 百億 NPR が必要と見積もられ、このためにはネ国予算のみならず、日本の ODA を含む海外資金を調達する必要がある旨記載されている。

セクター横断プロジェクト実施計画 2 (PIP2) ,2007

本 PIP2 は、10 年間（2007-2017）の道路整備計画として策定されたもので、i) 地域を中心都市と全 75 郡の郡都の連結、ii) 中部丘陵横断東西道路（MHC）の完成、iii) 道路維持管理の強化を主要目的とした PIP2 の目的に沿って選定された優先プロジェクトリストから構成される。

PIP2 の中間レビューは、2016 年に実施され、同計画を 2022 年まで延長することが提案された。この中間レビューでは、幹線道路網（SRN）の一部として既存地方土道路を含めたこと、PIP2 では優先されていない比較的人口密度が低い地域の多くの長距離道路も含めたため、PIP2 の目標である道路網拡大目標は達成されたと評価した。従って、これらの道路の戦略的役割や過年度におけるそれらの道路の実需要、その他の提案されたプロジェクト等は、個別に決定されるべきと評価した。

2021 年に ADB は、国道網拡張計画を形成するための調査を発注し、2023-2033 間の PIP を準備中である。

SASEC 運用計画, 2016-2025

SASEC は、運輸と貿易の促進、経済成長と貧困層への便益の供与に焦点を当て、運輸とエネルギーセクターにおける地域外との連結を追求することにより、加盟国間の連携を促進してきた。

SASEC 運用計画(2016-2025)は、経済及び産業回廊開発の最初の包括的かつ長期計画であり、その中でメンバー国地域内の連結性改善に着目している。この運用計画には、10 年間の候補プロジェクトのロングリストが含まれている。

2.3.5 道路セクターへの予算配分

道路セクターへの投資は、政府が道路セクター発展を重要視しているにも関わらず、低規模投資が長期間におよび継続していたが、近年、それが改善傾向にある。2017 年の National Planning Commission（国家計画委員会）の調査報告は、運輸インフラへの 2010-2020 年間の投資額を GDP の 2.3-3.5%とするよう勧告している。DOR の戦略的投資計画でも、2016 年からの 5 年間で 65 億 USD の道路セクターへの投資が必要としている。加えて、財務大臣による 2019 年度予算スピーチにおいて、1.53 兆 NPR の国家予算の内、1630 億 NPR を道路セクターに配分するとした。これには、本プロジェクトで対象となるティンクネ・コテシオール・ジャディブティ交差点

群の立体化、ナヤバニシヨールの地下化、トリプレシヨールーマイティガール間の高架化及び環状道路の拡幅工事が含まれている。

表 2.3.5 に過年度の政府予算と運輸セクターへの配分状況を示す。

表 2.3.5 過年度の政府予算と運輸セクターへの配分状況

単位 (百万 NPR)

年度	2016- 2017		2017- 2018	2018- 2019	2019- 2020
総政府予算 (増加率)	819,000		1,278,994 (156%)	1,315,161 (103%)	1,532,967 (117%)
運輸セクター (増加率)	61,057		118,267 (193%)	126,480 (107%)	185,476 (147%)
割合 (%)	7.5%		9.2%	9.6%	12.1%

注記: 運輸セクター内の内訳は明らかではないが、鉄道や港湾工事がほぼないため、そのほとんどが道路セクターへの配分と考えられる。

出典: Budget Speech, Ministry of Finance

加えて、表 2.3.6 に過年度の DOR の道路・橋梁プロジェクト予算を示す。

表 2.3.6 道路・橋梁プロジェクトへの DOR 予算(維持管理予算は含まず)

FY	FY (西洋 暦)	全予算 (NRs)	内訳	
			外国資金 (NRs)	自国資金 (NRs)
2074/75	2017/18	103,309,680,322	15,151,440,000	88,158,240,322
2075/76	2018/19	108,521,994,000	-	108,521,994,000
2076/77	2019/20	120,975,552,400	51,807,700,000	69,167,852,400
2077/78	2020/21	104,617,872,919	-	104,617,872,919
2078/79	2021/22	129,801,320,000	76,117,200,000	52,369,600,000

注記: 道路・橋梁維持管理予算は別途 RBN より配分されるため、本表には含まれていない。

出典: Budget Speech, Ministry of Finance

本表から、まず、上述した様に多額の予算が道路セクターに配分されていることが判る。これは、ネ国政府予算全体の 10%程度を占める。次に、予算規模は、過年度の状況をみても、外国からの支援の有無にかかわらず、ほぼ一定であることがわかる。

2.3.6 道路セクターにおける課題

“Nepal Infrastructure Sector Assessment (ネパールインフラセクター評価)”によると以下の様な道路セクターの課題が指摘されている。

- 道路セクター開発計画にリストアップされているプロジェクトについて、政治的影響を排除し、客観的な指標により優先順位付けを行うことが必要である。
- 全体的な維持管理予算不足を考慮した上で、幹線道路網維持管理の優先順位付けを慎重に行うことが必要である。
- 法律 (Road Board Act) で規定された RBN の役割を確実に果たすためには、組織能力の向上が不可欠である。現在は、17 名しか職員がおらず、不十分である。

- 配分された政府予算の非効率な使用を避けるため、政府機関の調達、契約及び実施能力を向上させる必要がある。
- 民間セクターの能力不足が、工期の遅れと低品質を招いており、これはマネジメント力や財務能力の欠如によるものである。
- MoF が徴収した道路基金用の税収の一部が RBN に移管されておらず、これが維持管理資金の不足の一要因となっている。
- 自国政府及び外国ドナーからの資金は、道路セクター予算需要に対して不十分である。

2.4 関連開発プランとプログラム

2.4.1 第 15 次国家開発計画(2020-2024)

National Planning Commission が策定した第 15 次国家開発計画は、「ネパールの繁栄と幸福」を長期ビジョンとし、以下の 3 点の達成を目標として掲げている。

- 2022 年までに後発開発途上国からの卒業
- 2030 年までに中位所得国クラスへの到達
- 持続開発目標 (SDGs) の達成

この第 15 次 5 か年国家開発計画は、高いレベルで平等な収入、社会経済正義の実現と貧困削減、人材資源開発、ユニバーサルデザインを考慮した適切で近代的なインフラによる都市及び地方における連結性の確保、健全でバランスの取れたエコシステムとガバナンスの確立、を目的としている。また、本計画は、連邦制による円滑な計画目標達成のため、協力、共生と連携を求めている。加えて、国家発展に貢献するためには、民間セクターに好ましい環境を整えることを必要としている。

本国家開発計画の数値目標として、平均年 GDP 成長率を 10.1%、2024 年の一人当たりの収入を 1595USD、収入貧困率を 11%等に設定している。また、国家開発計画は、毎年 GDP の 39.1%に相当する額を投資し、その 39%を公共セクターが分担するものとしている。

2.4.2 2035 年に向けたカトマンズ盆地 20 年戦略的開発マスタープラン

カトマンズ盆地の開発計画の策定と実施を役割とする KVDA (カトマンズ盆地開発庁) は、2016 年に「2035 年に向けた戦略的開発マスタープラン (SDMP)」を策定している。この SDMP は、現在及び将来的な都市化、環境及び近年の社会的政治状況を勘案し、JICA MP のフレームワークで設定された経済状況を準拠している。

この SDMP は、11 の戦略目標を掲げている。主なものは、① 2 つのレベルでの計画 (盆地全体と各市レベル) ② 制約条件を考慮したゾーンニングとリスクを考慮した土地利用、③ 災害リスクに対応できる都市インフラ、④ 環境にやさしく強靱化を考慮した計画手法、⑤ 歴史的街を中心とした都市の再開発、⑥ 経済計画と成長分野の発掘、⑦ ジェンダー平等と社会への内包 (インクルージョン) ⑧ 都市開発を進める上での安

全保障、⑨都市開発への民間セクターの参画、⑩情報、通信及び支援、⑪意思決定等への若年層登用と参加、を掲げている。

2.5 カトマンズ盆地内の開発計画

2.5.1 東部新都市開発

(1) アラニコハイウェイ北側に位置する新都市開発エリア

100 万人の居住者（流動人口含む）を想定したこの 50ha の新都市開発は、アラニコハイウェイの北側に位置している。KVDA に雇用されたフィンランドのコンサルタントが、2019 年 10 月にこの新都市開発に係る「Detailed Project Report for the Development of New Town in Kathmandu Valley（カトマンズ盆地新都市開発実現可能性調査）」報告書提出した。これによると、土地利用は、天然資源区域（45%）、行政サービス、商業、工業、住宅及び文化遺産開発等を含む居住区域（55%）に区分されている。計画中の外環状道路は、上述した居住区域を通過するよう計画され、新都市の南から北を縦断し、新都市を 2 分するよう計画されている。新都市内の主要交通モードとして、BRT が提案されている。新都市開発の工程計画は、表 2.5.1 に示されているが、2020 年 6 月時点では、政府承認途上にあり、KVDA は事業実施のための予算計画を提出したとのことであった。KVDA によると、都市開発には民間セクターを含む様々なプレイヤーの関与を期待しているとのことである。

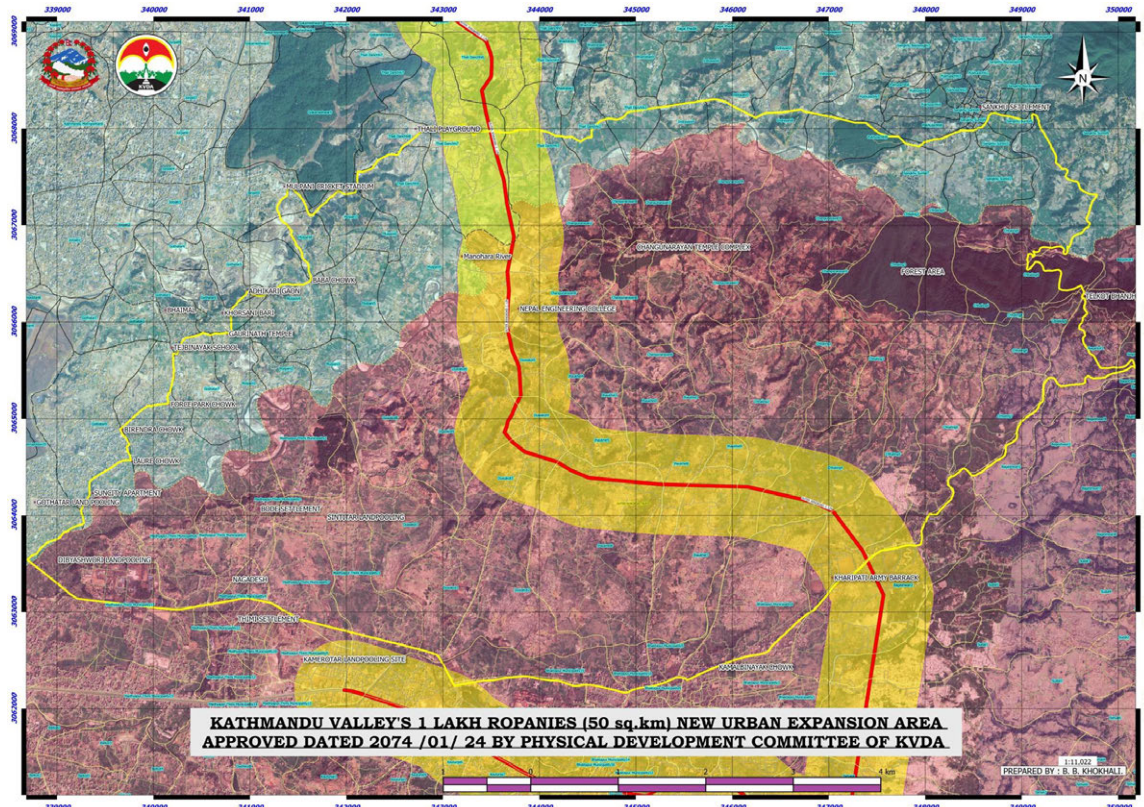
図 2.5.1 は、新都市開発の対象地域を示しており、黄色線がその境界線である。また、赤色線は、外郭環状道路の予定路線を示す。図 2.5.2 は、同新都市開発計画の基本土地利用計画を示す。

表 2.5.1 アラニコハイウェイ北側新都市計画の工程

目標年次	活動
2019 年第 1 四半期	ステークホルダー会議後、プロジェクト案の最終化
2019 年第 2 四半期	プロジェクト実施の正式告知
2019 年第 3 四半期	用地取得を含むインフラ整備の開始
2020 年第 1 四半期	用途地域別の開発・建設開始
2022 年第 1 四半期	観光用途地域開発の完了：最初の住居コミュニティモデルの完成

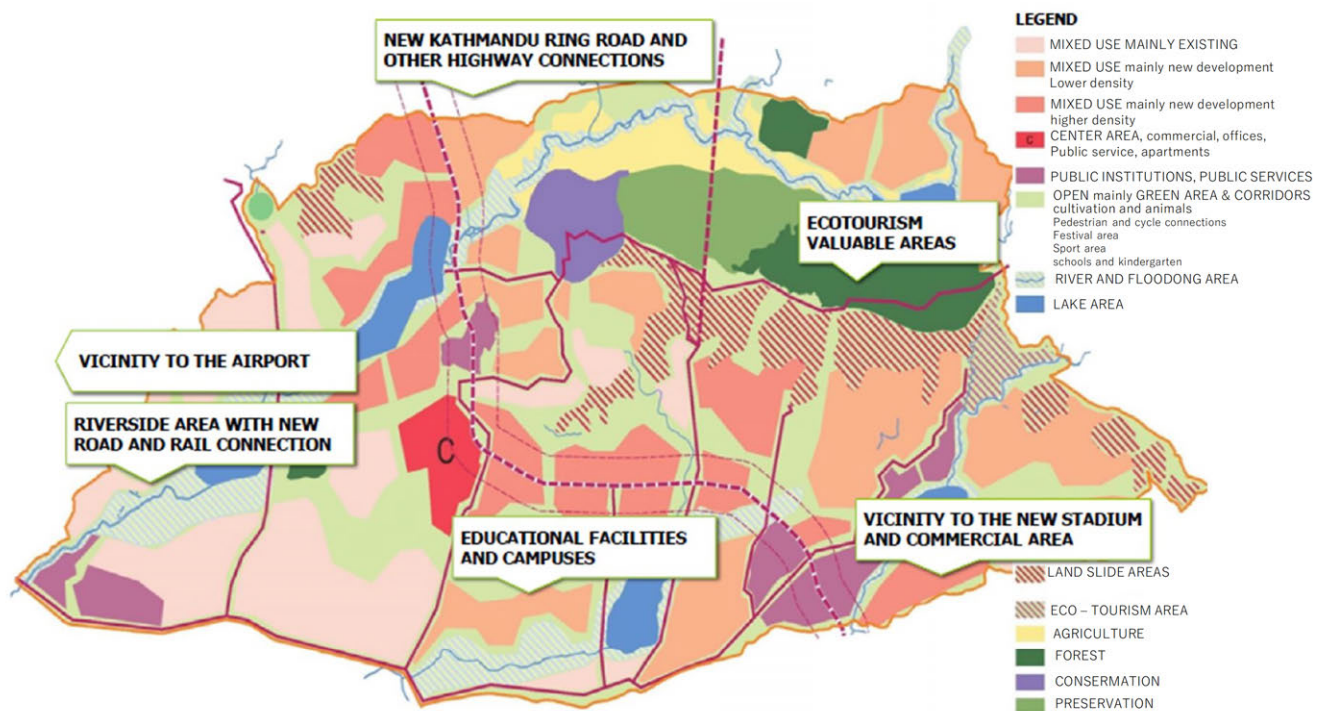
出典: KVDA (2019)

注記: 2022 年 6 月現在、新都市開発の政府承認はまだ得られていない。



出典: KVDA (2019)

図 2.5.1 東部新都市開発計画の予定地



出典: KVDA (2019)

図 2.5.2 東部新都市開発計画の土地利用計画

マノハラ川に沿った河川回廊整備については、土地利用法規で河川に沿って 50m 幅を確保しており、ROW として両岸に 20m 幅を確保している。KVDA は、JICA の情報収集確認調査で提案された都市鉄道ルート計画を含む統合土地利用計画案を支持している。また、この新都市開発計画では、日本の土地区画整理手法を採用しており、用地の 10%までの土地を販売し、それで得た収入を開発に投資することを想定している。この新都市開発に併せて、バクタプール付近位置する煉瓦工場を盆地内の更なる東、あるいは盆地外への移転を推進している。

(2) アラニコハイウェイ南側の新都市開発

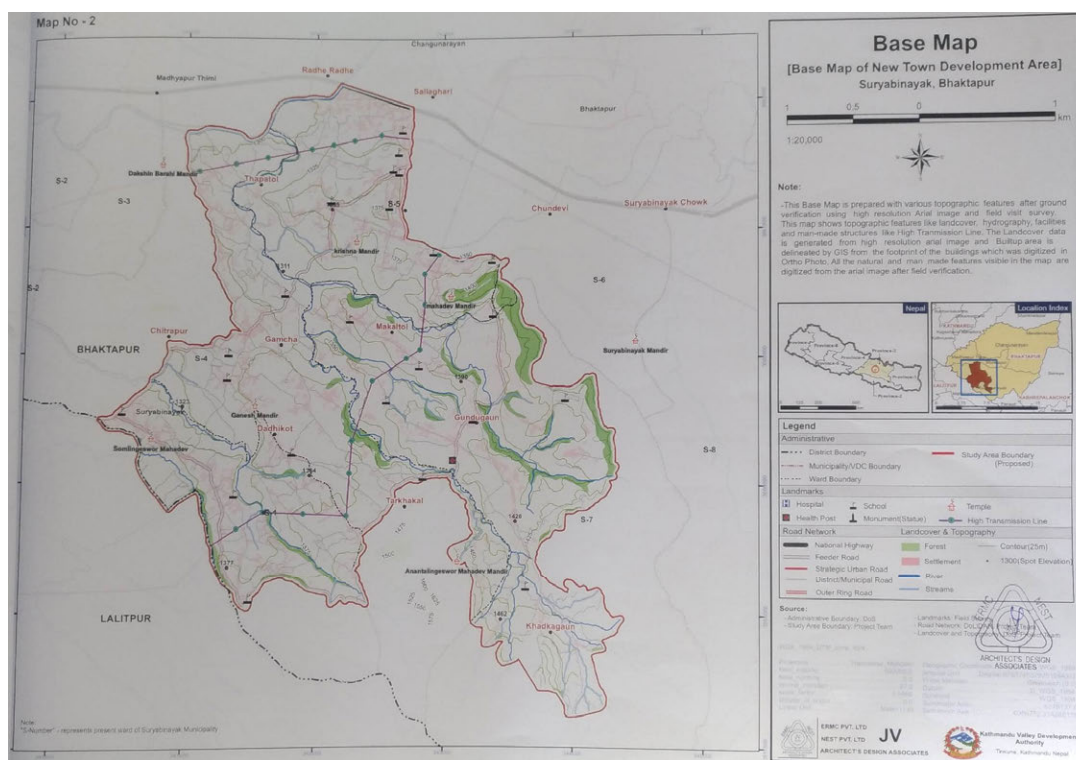
KVDA は、アラニコハイウェイの南側でも北側新都市計画面積の約半分に当たる 25ha の新都市開発を計画している。このコンセプトプランと FS は、ローカルコンサルタントによって実施された。この新都市開発計画は、10 万人の居住人口を想定しているが、本事業は、東部新都市開発計画が開始された後に実施に移される予定である。

図 2.5.3 は、提案された南側新都市計画の位置を示し、その境界線は、赤色で示されている。図 2.5.4 は、様々地形的特徴と共に基本計画を示している。基本図は、地形的特（植生、水系、施設や送電線の様な人的に構築された構造物等）を表現している。



出典: KVDA (2019)

図 2.5.3 アラニコハイウェイ南側の提案された新都市計画



出典: KVDA (2019)

図 2.5.4 アラニコハイウェイ南側新都市の基本計画

2.5.2 その他の関連計画やプロジェクト

(1) プロビンス3の省名と省都の選定

2015 年の連邦制採用の決定により、全国は7つの省（プロビンス）に分割されることになった。カトマンズを含むプロビンス3は、2020 年1月の省議会において、プロビンス3をバグマティ省と命名し、その省都をカトマンズから 150km 南に位置するヘトウダにすることを決定した。これにより、省都となったヘトウダの今後の発展が期待されている。

(2) ファーストトラックプロジェクト

カトマンズ盆地とタライを直接接続する「ファーストトラック」プロジェクトは、高速道路仕様で計画され、全長 72.5km で、55.5km の土工道路、10.59km の山岳トンネル及び 6.41km の橋梁で構成されている。ファーストトラックの実現は、現在、カトマンズからタライまで 256km の道路距離を大幅に短縮できる事業であり、これにより、輸送コストの大幅削減と貿易・経済活動の活性化が期待されている。このプロジェクトは、2008 年の ADB 調査により提案されたもので、紆余曲折を経て、2017 年にネパール軍隊を事業実施者として開始された。2022 年2月現在、進捗率は土工工事が主で、7月までに約 21%完了し、竣工は 2025 年1月を予定している。

(3) ナグドゥンガトンネル建設プロジェクト

ナグドゥンガトンネル建設プロジェクトは、2.69km の道路トンネルを建設するので、それにより、ナグドゥンガ峠周辺付近の道路状況を改善することにより、カトマンズ盆地と周辺地域の円滑な道路交通を確保するものである。事業費は、188.19 百万 USD が見積もられており、日本の円借款事業として実施中である。2023 年現在、プロジェクトは継続中である。

2.6 関連する道路・都市鉄道プロジェクト

2.6.1 はじめに

カトマンズ盆地内では、本プロジェクトと関連するような様々な道路及び鉄道プロジェクトが進行中である。以下に、プロジェクトの概要、実施工程及び現在の状況を概説する。

2.6.2 環状道路整備

(1) 内環状道路

カトマンズ盆地内で二つの環状道路プロジェクトが近年進行中である。ひとつは、内環状道路で、全長 27km の既存 2 方向 4 車線道路を、3 段階で改修するものである。2011 年に中国は、第一段階として、40 百万ドルの無償資金により内環状道路の改修・拡幅工事に合意した。Shanghai Construction Group は、カランキからコテシヨールまでの 10.5km 区間の道路改修・拡幅を 2018 年 1 月に竣工させた。この中には、ネ国最初の交差点立体化事業として、総延長 800m のカランキアンダーパスも含まれる。この工事は、2013 年に着手し、2018 年に完成したが、途中 2015 年のネパール大地震後しばらく中断していた。第二段階として、カランキからマハラジャガンジーまでの 8.2km 区間の改修が中国資金より予定されているが、2022 年 2 月時点で、COVID-19 禍の影響もあり開始されていない。第三段階として、最終区間となるマハラジャガンジー～ティンクネ区間が予定されており、現在その FS がネ国側でティンクネ～ティルガンガ区間で準備中である。

(2) 外環状道路

外郭環状道路は全長 72km の新設道路で、カトマンズ盆地の 3 郡（カトマンズ（35.08km）、ラリットプール（15.80km）、バクタプール（21.05km））を全て通過する道路である。2019 年 3 月に開催されたネ国投資サミットで、ネ国政府は、本道路を 8 車線、ROW を 50m とし、商業ハブや新開発地域を連結させる道路と位置付けた。この外郭環状道路の目的は、i) 分断されている 3 郡をひとつの道路網で連結することにより都市化管理と都市-郊外間のモビリティを改善する。ii) 盆地内に新しい計画都市を開発する、ことである。この 2 番目の目的のために、道路中心線に沿って両側 250m 範囲の用地取得を行っており、計画された都市化（ビジネスセンターや高層ビル建設等）を促進させる構想を持っている。この道路整備は、民間投資による PPP 方式で整備する方針である。本プロジェクトの概要は表 2.6.1 に示すとおりである。

2019 年 5 月に 4 入札者が事業入札公告に応じて提案書を提出し、Chinese Communication Construction Company (CCCC)が、同年 9 月に投資庁より選定された。CCCC は、ネ国側の提案書の再検討の要請を受けたが返答がなく、2022 年 6 月現在、進捗がないままとなっている。

表 2.6.1 外郭環状道路プロジェクトの概要

プロジェクト名	Kathmandu Outer Ring Road Development Project (カトマンズ外郭環状道路事業)	
財源	Private Investment	
概算事業費	Total Cost (Road Development)	USD 1,871 million
	• Land acquisition	USD 1,544 million
	• Road construction	USD 327 million
実施工程	- Feasibility study – 1 year - Detailed project report (Financial closure) – 1 year - Construction – 5 years	

出典: Nepal Investment Summit (2019)



出典: KVDA

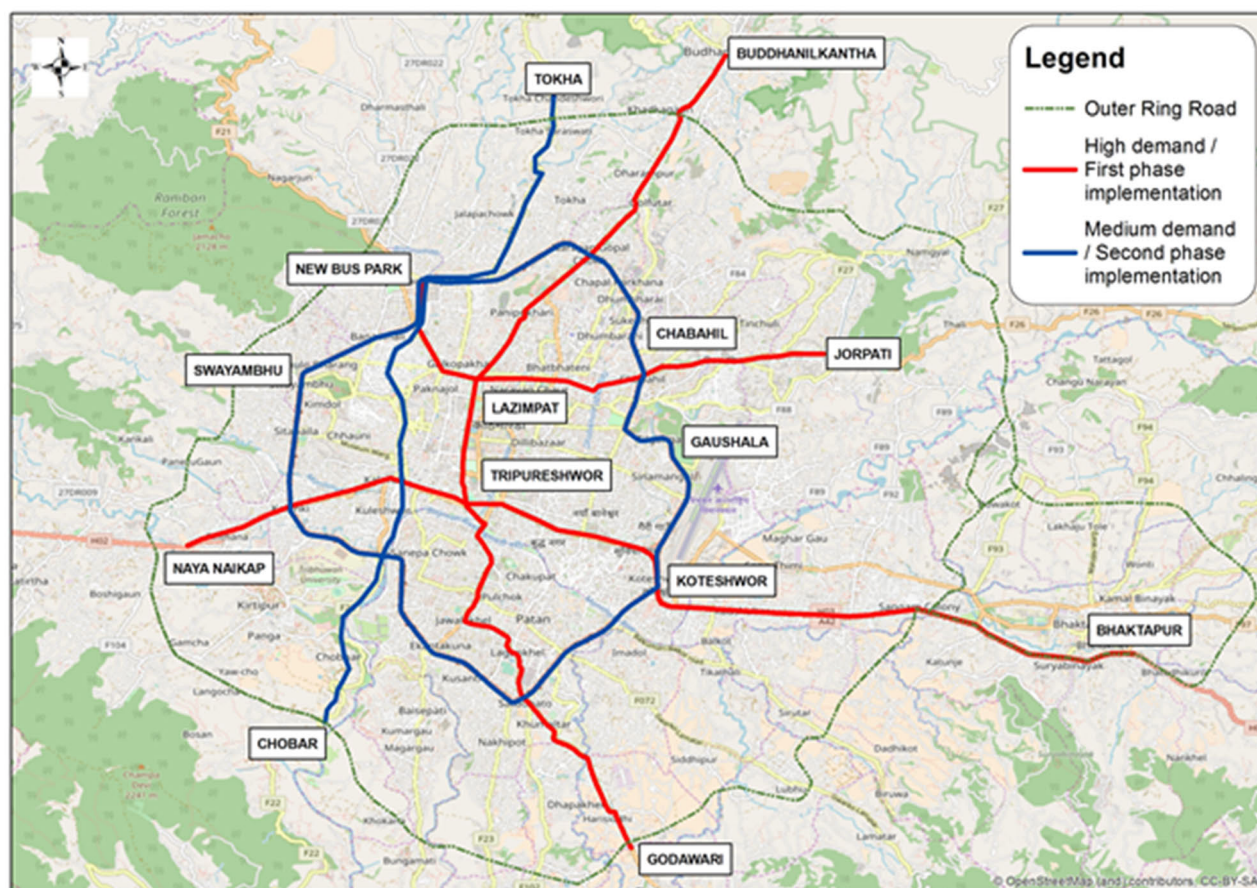
図 2.6.1 提案された外環状道路ルート

2.6.3 ADB 調査による都市鉄道東西線プロジェクト

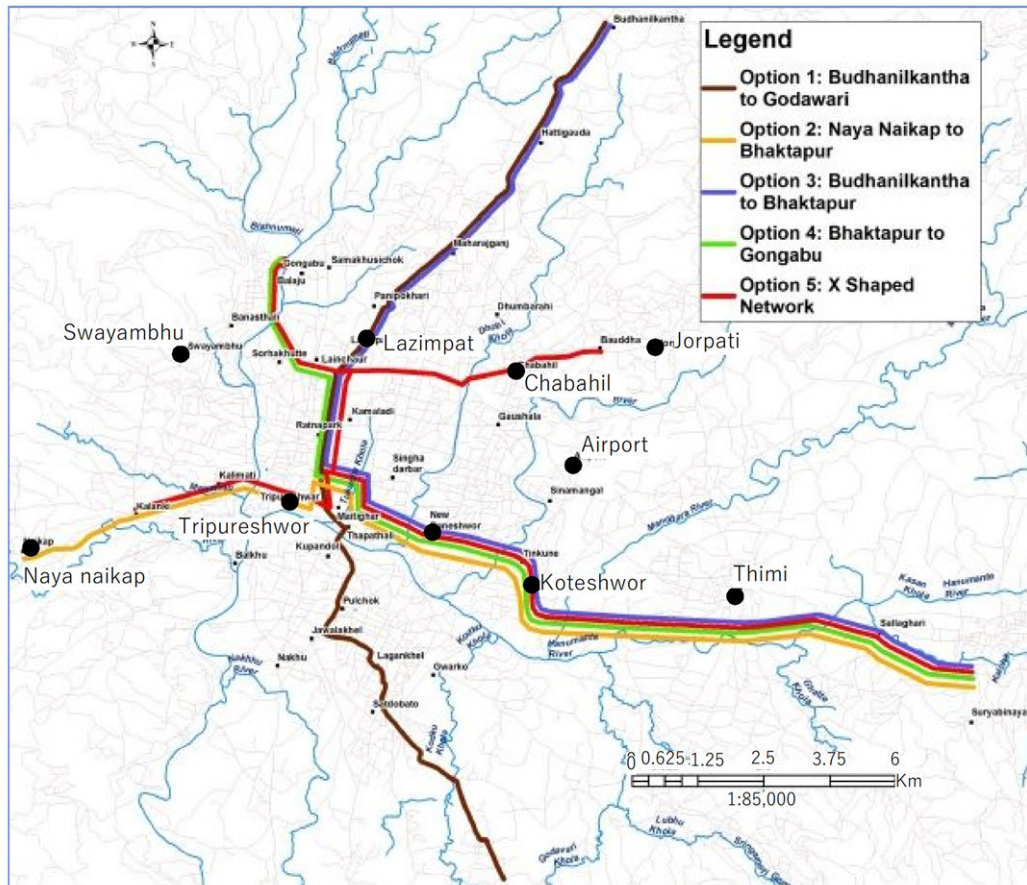
KSUTP (カトマンズ持続可能な交通プロジェクト) の一環として、大量輸送システム案とその優先順位付け調査が実施され、過去の都市大量輸送鉄道ルートプラン等をレビューし、鉄軌道による大量輸送都市鉄道案を推奨している。ルートとしては、高い需要ルートとして 1 路線 (赤) を MRT で、中位需要ルートとして 2 路線 (青) を BRT で (図 2.6.2 (a) 参照) を推奨している。赤路線は、方向別時間当たりの乗客数を 2040 年までに 2~4 万人、青路線は、1~2 万人と推定している。赤路線は、RoW 内の混合交通から独立した立体施設上を走行し、青路線上の BRT は、道路上に

専用路線を与えられ平面部を走行する。さらに、図 2.6.2 (b) で示す様に、5 ルート代替案が比較され、多指標評価により代替案 4：バクタプール～ゴンガブルートが選定された（図 2.6.2(c)）。

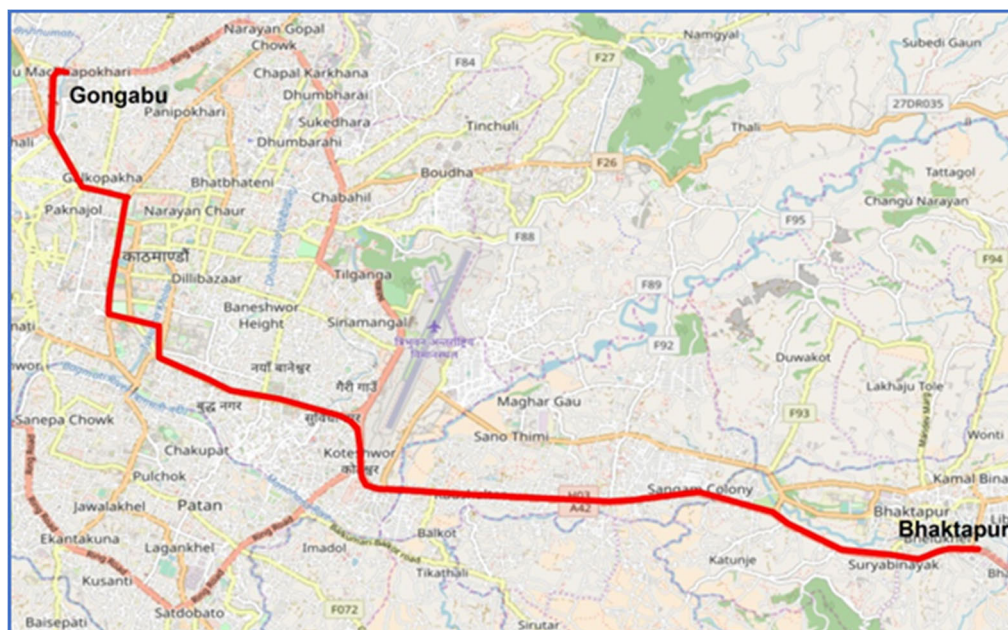
本調査は、技術的な実現可能性も検討しており、都市部はトンネルで、郊外部は高架構造で建設することを推奨している。この推奨代替え案に関して、JICA 情報収集確認調査は、アラニコハイウェイ北部の東部新都市開発を視野にいれ、アラニコハイウェイ上の鉄道モードと道路モードの集中分担を避けるために、新都市開発地域を通過するルート（緑あるいは青）を推奨した（図 2.6.2 (d)）。本事業の検討に当たっては、将来の都市鉄道ルート空間に考慮したルート及び施設配置検討が必要となる。



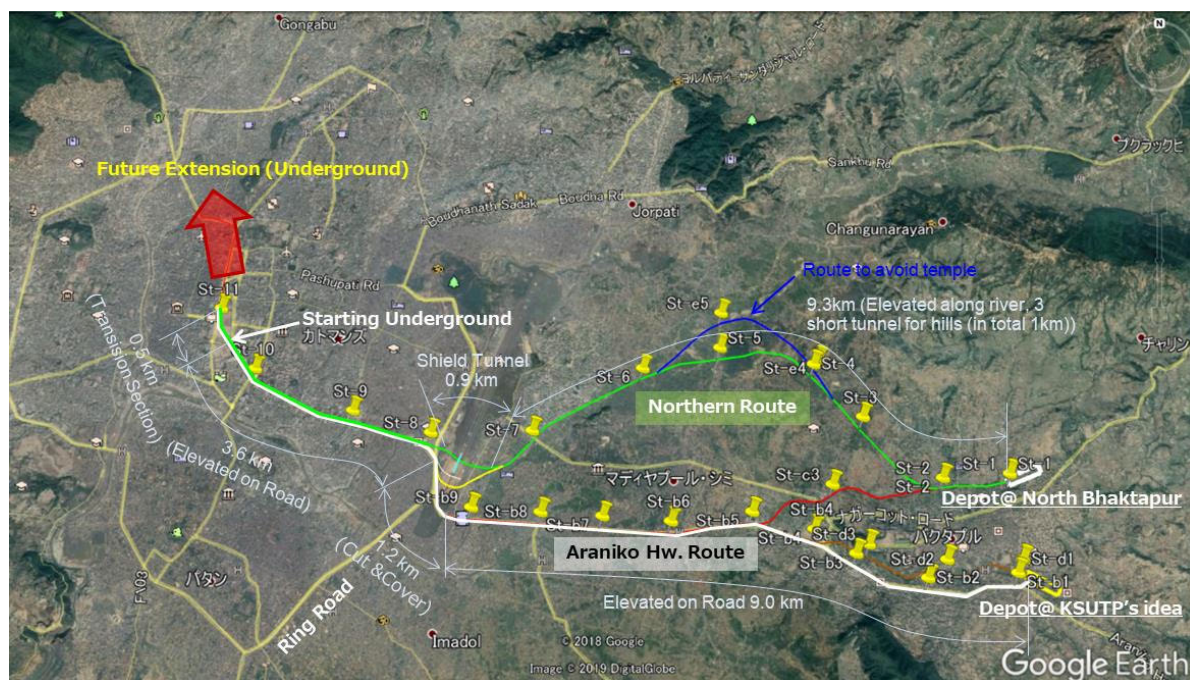
(a) 高/中程度需要の都市鉄道ルート



(b) 都市鉄道ルート案



(c) 推奨される優先都市鉄道ルート



(d) ルート代替え案

出典: 調査団

図 2.6.2 ADB 調査(KSUTP)による都市鉄道東西ルート

2.6.4 環状道路上のモノレール建設プロジェクト

2018 年 12 月、カトマンズ市は、China Railway Construction Corporation (CRCC：中国鉄道建設公社)と環状道路全区間にモノレールを建設するための実現可能性調査を実施する覚書を交わした。これ以前に中国の国営企業は、2018 年 9 月に実現可能性調査報告書を提出し、事業費を 11.6 百億 NPR と見積もっている。2019 年末までに本調査は完了したが、その調査報告書はカトマンズ市に提出されていない。カトマンズ市の市長は、本事業に熱心で、政府に対して支援を求めている。しかし、ネパール投資庁は、モノレールの旅客運搬能力が低いことを理由に前向きではない。

2.6.5 アラニコハイウェイの拡幅改修

現状のアラニコハイウェイ（ティンクネ交差点～スルヤビナヤック交差点区間）は、日本の無償資金協力により全長 9.1km が改修されたもので、両方向 2 あるいは 4 車線で、5 交差点の改良及び 14 のバス停が設置され、2011 年 11 月に竣工した。2015 年の地震で一部が損傷を受けたものの、復旧されている。

現在、アラニコハイウェイ上のマノハラ川架橋地点において、DOR より両側に新橋が建設されている⁴。これは、アラニコハイウェイ全線を 4 車線道路から 8 車線道路

⁴ 現在、マノハラ川横断地点には 4 橋梁が架橋されており、上流側（北側）から、DOR による新橋（2022）、日本無償による橋梁（2011）、中国援助による橋梁（1973）、DOR による新橋（2022）である。

(本線 4 車線＋側道両側 2 車線) へ拡幅・改修する事業の一環で、2022 年までに建設は完了している。

昨今、DOR は、アラニコハイウェイのジャディブティ交差点～コテシヨール交差点間に追加 2 車線をカトマンズ方向に、追加 1 車線をバクタプール方向に付加する工事を実施し、その用地は CAAN より無償提供を受けている。本拡幅工事は 2022 年の 6 月までに竣工している。

2.6.6 ボーダ道路の改修プロジェクト

ボーダ道路のチャバヒル～サンゲー区間（総延長 11.5km）は、現在の幅員 18m から 22m へ拡幅する工事が進行中である。これは、カトマンズ道路拡張プロジェクト5の一環で地方政府の予算で 2015 年 10 月より実施されている。しかし、住民の反対やよりよい補償を求めて家屋の取り壊しに反対の住民により、実施は困難を極めている。DOR は、請負業者との契約工期を 2021 年 1 月まで延期したが、2022 年 6 月現在、未だ完成していない。

2.6.7 リバーコリドー(河川回廊)整備

HPCIDBC(High Powered Committee for Integrated Development of the Bagmati Civilization:バクマティ川流域総合開発高等委員会)は、バクマティ川流域アクションプラン(2009-2014)に基づき、カトマンズ盆地内の河川改修を推進しており、河川上の i)護岸整備、ii)河川回廊整備、iii)排水柵設置を行っている。そのほとんどは、HPCIDBC で実施されているが、他の実施機関もプロジェクトの一部実施を担当している。その分担を表 2.6.2 に示す。

表 2.6.2 実施担当機関と担当区域

河川名	護岸整備	河川回廊	排水柵設置
Bagmati River	HPCIDBC	HPCIDBC	HPCIDBC
Bishnumati River	HPCIDBC	DOR	HPCIDBC
Hanumante River	PID, KUKL	HPCIDBC	PID, KUKL
Dhobi River	KVDA	KVDA	HPCIDBC
Manohara River	PID, KUKL	HPCIDBC, DOR, Local Government, KVDA	PID, KUKL

Note: KUKL: Kathmandu Upatyaka Khanepani Limited (カトマンズ盆地水道公社), PID: Project Implementation Department (プロジェクト実施局)
出典: JICA Survey Team

マノハラ川は、カトマンズ、バクタプール及びラリトプールの境界に位置している。表 2.6.3 は、HPCIDBC がマノハラ川に沿った河川回廊の実施機関であることを示し

5 カトマンズ盆地の渋滞解消目的のため、112 km の既存 2 車線道路を 4 車線道路に拡幅する事業。ネパール政府予算で 2007 年から実施中。住民移転補償問題等で 2022 年 9 月現在も完了していない。

ているが、実際には、様々な機関が実施に関与しており、その進捗状況も様々であることが判る。

表 2.6.3 担当区域と行政管轄区域

対象区間	行政区域	河川回廊の進捗状況
Section-1: Araniko Highway Bridge to Confluence Point with the Hanumante River	-	
- Left bank side	Bhaktapur	Completed
- Right bank side	Kathmandu	Partially under construction
Section-2: Confluence Point with the Hanumante River to the Ring Road Bridge	-	
- Left bank side	Lalitpur	Under construction
- Right bank side	Kathmandu	Almost completed and only pavement works remains

出典: 調査団

2.6.8 対象道路上の歩道橋計画

本事業の対象道路上に2橋の歩道橋が計画されている。ひとつは、DORによりコテシヨール交差点北側に計画され、もうひとつは、カトマンズ市によりティンクネ交差点の南側に計画されている。CAAN（ネパール航空局）から空港運営への支障及び近隣住民からの同意を得られない等を理由に承認を得るのが難しく、プロジェクトは開始に至っていない。

2.6.9 環状道路上の立体化事業

DORは、環状道路上のグワルカ、サトドバト及びエカンタクナの3交差点を立体化する計画を有している。本プロジェクトの実現可能性調査と詳細設計は、ローカルコンサルタントにより実施され、ネ国政府予算により実施される計画である。その内、グワルカ交差点で4車線高架橋の建設が2023年2月より開始されており、カトマンズポストによると、その工事費は170百万NPRで工期は2年間で予定されている。

3章 自然条件調査

3.1 地形測量

3.1.1 概要

地形調査及び地形図作成は、インフラ開発プロジェクトの調査・設計において不可欠な初期作業であり、計画・設計・積算のための基本情報となる。さらに、地形図は、地質図や環境社会調査にも活用される。

本調査における地形測量は、DGPS (Differential Global Positioning System) とトータルステーションを用いて実施した。DGPS による静的測量は、バグマティ県ラリトプールのラクヘ・ダダに位置する国家基準点 102-039 からプロジェクトサイトに移転された二次国家基準点を起点にして実施した。このプロジェクトの水平および垂直コントロールネットワークは、静的全地球航法衛星システム (GNSS) 技術を使用して確立されたものである。

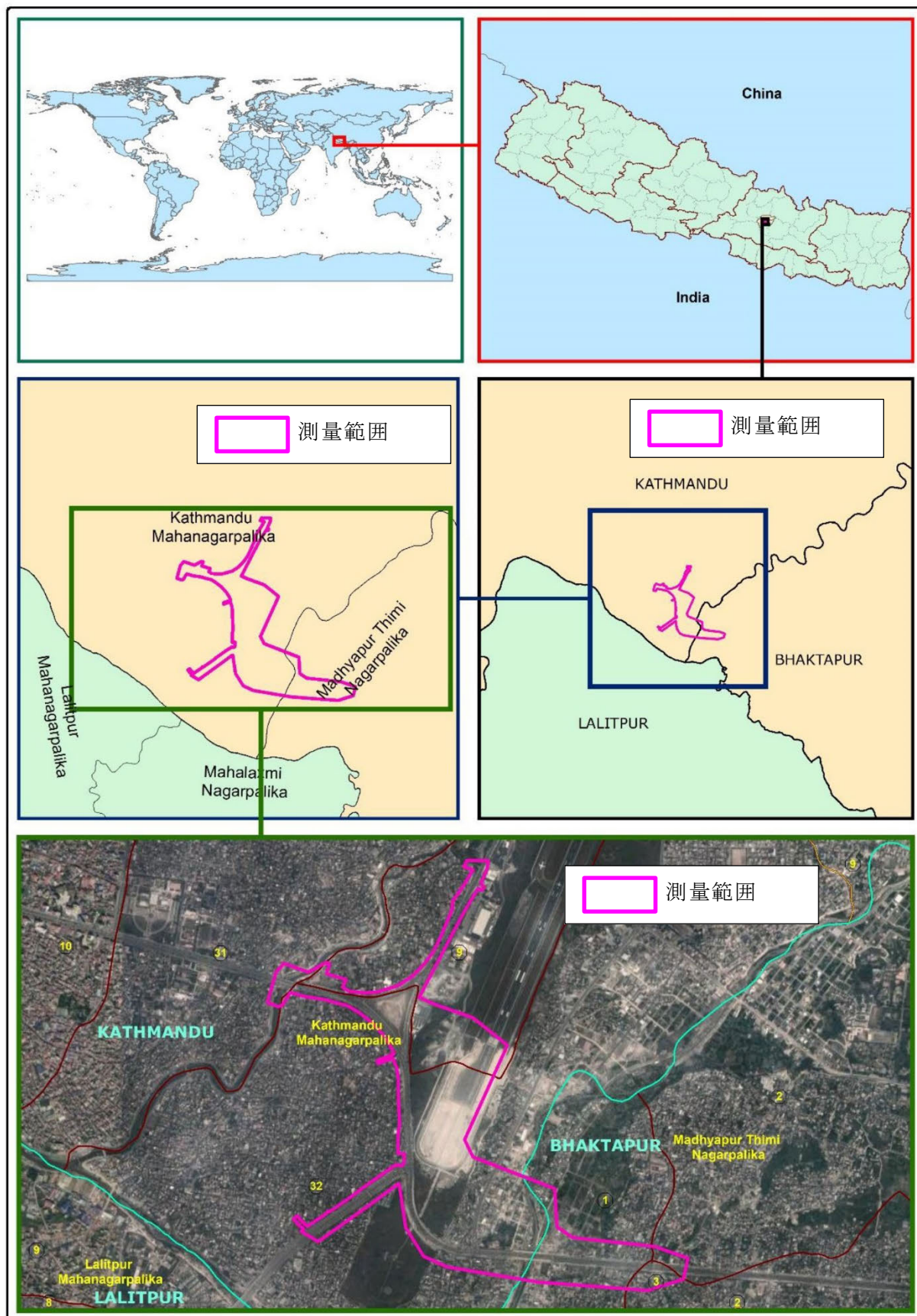
3.1.2 調査対象範囲

本プロジェクトは、カトマンズ盆地のトリブバン国際空港 (TIA) の近くに位置し、コテシオール、マルクマリ、ティンクネ及びジャディブティ地区を含む。これらの地域は、バグマティ県 (Province No.3) のカトマンズ、ラリトプール、バクタプール郡に位置する。プロジェクトサイトの位置及び情報を図 3.1.1 に示す。

表 3.1.1 測量範囲の概要

SN	項目	内容
1	測量範囲	コテシオール、マルクマリ、ティンクネ、ジャディブティ
2	Province 番号	Province No.3
3	District	カトマンズ郡、ラリトプール郡、バクタプール郡
4	緯度	27°41'7.07"N
5	経度	85°20'55.61"E
6	近隣の空港	トリブバン国際空港
7	近隣の都市	カトマンズ市
8	近隣の河川	バグマティ川、マノハラ川、ハヌマンテ川

出典：調査団



出典：調査団

図 3.1.1 地形測量範囲

3.1.3 座標系

ネ国ではローカル座標として MUTM（Modified Universal Transverse Mercator）が一般的に使用されている。測量と設計において容易に変換・活用できるように、測量図の座標を WGS（世界測地系）-UTM（ユニバーサル横メルカトル）に変換し、使用した。

3.1.4 測量項目

地形測量の項目を表 3.1.2 に示す。

表 3.1.2 測量項目

S.N.	Items
1	ベンチマーク設置
2	地形測量
3	道路横断測量
4	河川横断測量
5	河川縦断測量
6	ユーティリティに関する情報収集

出典：調査団

3.1.5 調査結果

(1) 基準点設置

図 3.1.2 に示すように、建設段階においても紛失・消失しにくいコンクリート構造物等上の 10 ヶ所を選定し、鉄筋およびマーキングにてベンチマークを設置した。



出典：調査団

図 3.1.2 ベンチマーク設置の様子

概略設計を実施するために、ベンチマーク付近の少なくとも 3 つの参考地点（既存建物等）から位置を測定し、結果をログブックに記録した。ログブックには、基準点の X、Y、Z 座標、基準点の位置と測定値及び写真が含まれる（別添 1 参照）。

ベンチマークリストを表 3.1.3 に示す。

表 3.1.3 ベンチマークリスト

SN	MUTM		WGS 1984		標高	基準点名	場所
	東経	北緯	緯度	経度			
1	632718.78	3063828.353	85.343303	27.686401	1294.401	GCP-1	Bagmati Bridge, Towards Baneshowr
2	632833.17	3063802.447	85.344459	27.686156	1294.392	GCP-2	Bagmati Bridge, Towards Tinkune
3	633679.084	3064398.189	85.353099	27.691448	1306.877	GCP-3	Airport Road, Sinamangal
4	633726.713	3064505.6	85.353594	27.692412	1312.297	GCP-4	Airport Road, Sinamangal
5	633963.751	3062596.544	85.355784	27.675164	1297.594	GCP-5	Jadibuti Bridge, Towards Lokanthali
6	633988.902	3062650.836	85.356045	27.675652	1296.704	GCP-6	Jadibuti Bridge, Towards Lokanthali
7	633706.373	3061812.97	85.353088	27.66812	1291.909	GCP-7	Hanumante Bridge, Bhaktapur
8	633575.088	3061774.659	85.351754	27.667787	1289.138	GCP-8	Manohara River Bank, Lalitpur
9	632690.819	3062498.796	85.342872	27.674408	1304.651	GCP-9	Koteshwor - Balkumari Road, Kathmandu
10	632541.608	3062337.351	85.341342	27.672966	1287.216	GCP-10	Koteshwor - Balkumari Road, Lalitpur

出典：調査団

(2) 地形測量

地形測量の現場作業に先立ち、すべての関連情報とデータをネ国測量局（DOS : Department of Survey）から収集した。地形測量に用いた二次国家基準点は、DOS から提供された資料をもとに、ラリットプルとカブレ地区の基準点及びラケ・ダダの国立三角点（102-039）とした。しかしながら、DOS の基準点は、水平座標のみであったため、Gravity No.79.4 の標高を利用して各点の標高を付与した。詳細を表 3.1.4 に示す。

表 3.1.4 基準点の詳細

Grid Sheet	Trig/Benchmark/ Gravity No.	東経 (m)	北緯 (m)	標高 (m)	位置	状態
102	Trig No. 039	629195.032	3057473.026	N/A	Lakhe Danda	現存
115	79.4	-	-	1308.448	Traffic office Koteshwoer	現存

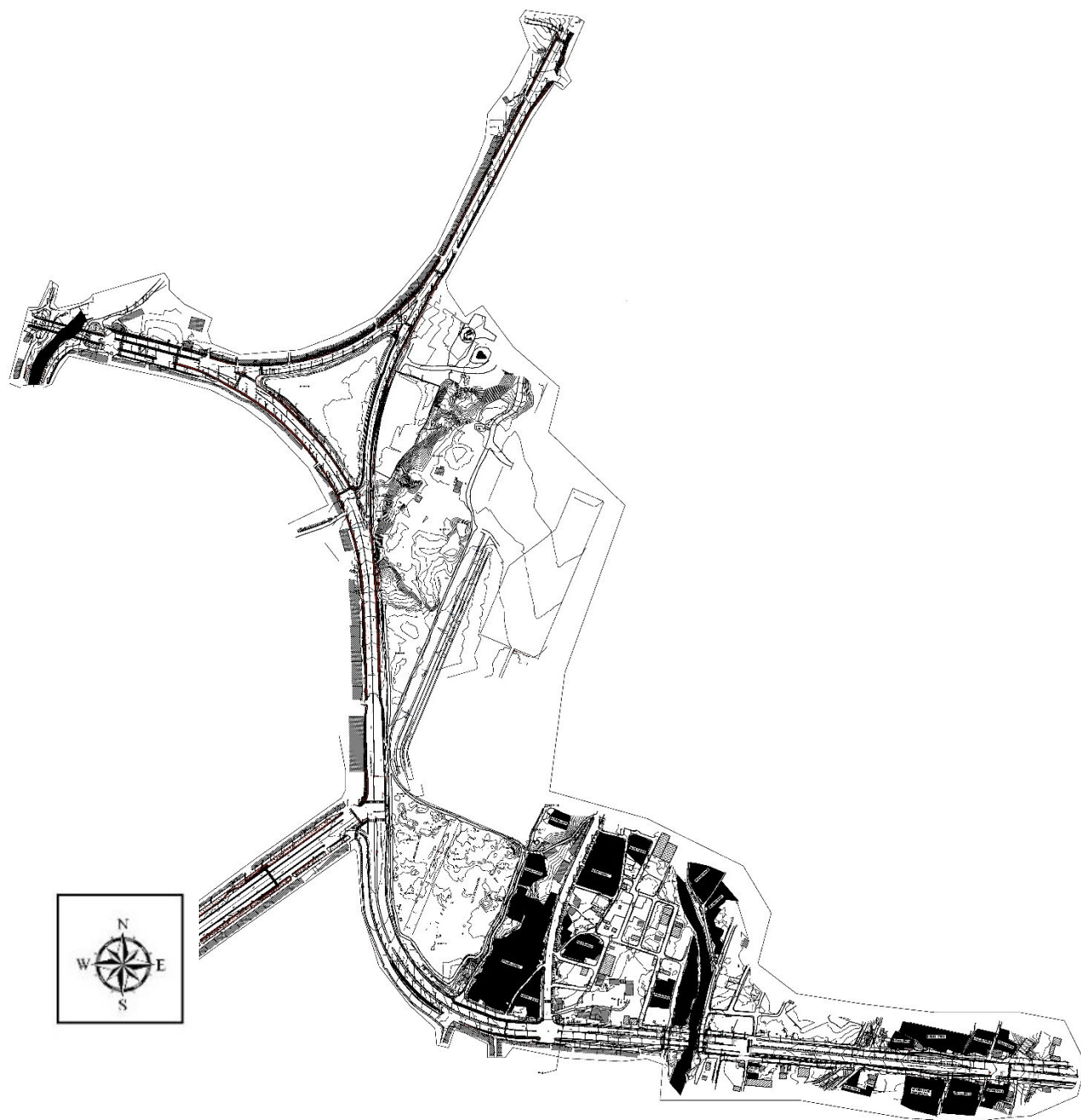
出典：調査団



National Trig Point: Gravity No. 039 は No. 79.4 の約 7 km に位置する。
出典：調査団

図 3.1.3 地形測量範囲

地形測量結果を図 3.1.4 に示す。



出典：調査団

図 3.1.4 地形測量結果

(3) 道路横断測量

ティンクネ交差点からコテシヨール交差点までのプロジェクト道路の幅員構成を把握するため、図 3.1.5 に示す断面において、100m 間隔で横断測量を実施した。



※横断測量位置は約 100m ピッチで実施
出典：調査団

図 3.1.5 横断測量位置

A-A から E-E 区間のコテシヨール交差点付近は、車道 3 車線及び各方向に 1 つのバス車線で構成されている。ただし、この道路は、車線区分が明確ではないため、無秩序な運用がなされており、場合によっては（渋滞時など）車両が幅員方向に 4 台、5 台の列で走行していることも確認されている。詳細は付録 2 に示すとおりである。

3.1.6 トリブバン国際空港(TIA)内の地形測量

(1) 目的

代替ルート案の比較のため、トリブバン国際空港（以下、「TIA」）内の横断測量を行った。図 3.1.6 にその測量範囲を示す。

また、その際に離発着時の空域制限の確認も併せて実施した。空域制限は、計画される立体道路の縦断計画上のコントロールポイントとなり、順守しなければならない条件である。

本調査において、滑走路が南側へ 240m 延伸され、かつ、現在の着陸用に加え、離陸用の滑走路としても機能することが判明した。これに伴い、空域制限も新たに設定された。

本プロジェクトの代替ルートの 1 つである空港用地内を通過するルート案は、ネ国側と JICA の間で行われたインセプションレポート報告会議での議論の中で DOR によって提案されたものである。本ルートの検討を目的として、図 3.1.6 に示す範囲の地形測量を実施した。



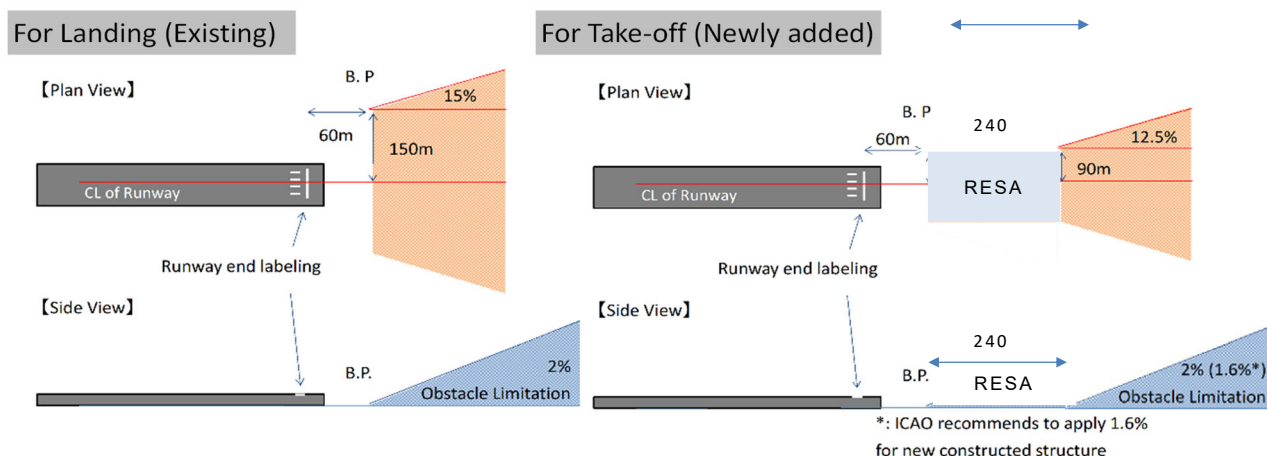
出典：調査団

図 3.1.6 対象範囲

上述した様に、TIA 内及びその周囲には、この空港を使用する航空機の安全な離着陸を確保するため空域制限（OLS：Obstacle Limitation Space）が設定されている。この OLS 下で計画された永久構造物あるいは仮設構造物の存在は許容される。なお、離陸用の滑走路拡張工事が 2020 年 5 月に完了したため、新たな OLS が設けられた。

(2) 空域制限及び滑走路端安全エリア(Runway End Safety Area)

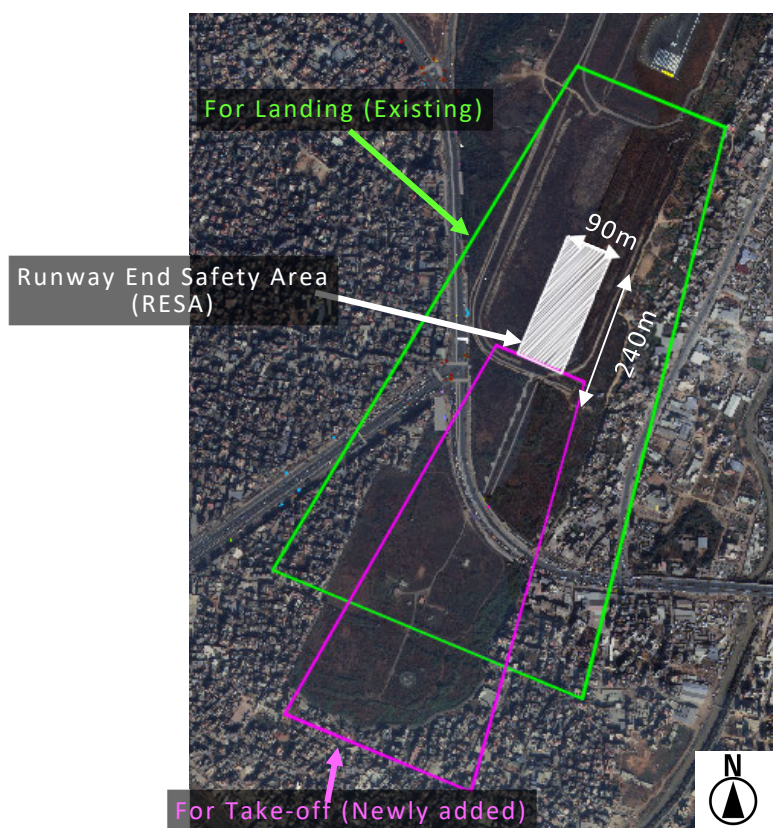
離陸及び着陸用滑走路の OLS は、図 3.1.7 のとおりである。離陸用滑走路に設定されている滑走路端安全エリア（RESA：Runway End Safety Area）にはいかなる障害物の設置は許可されない。



出典：調査団

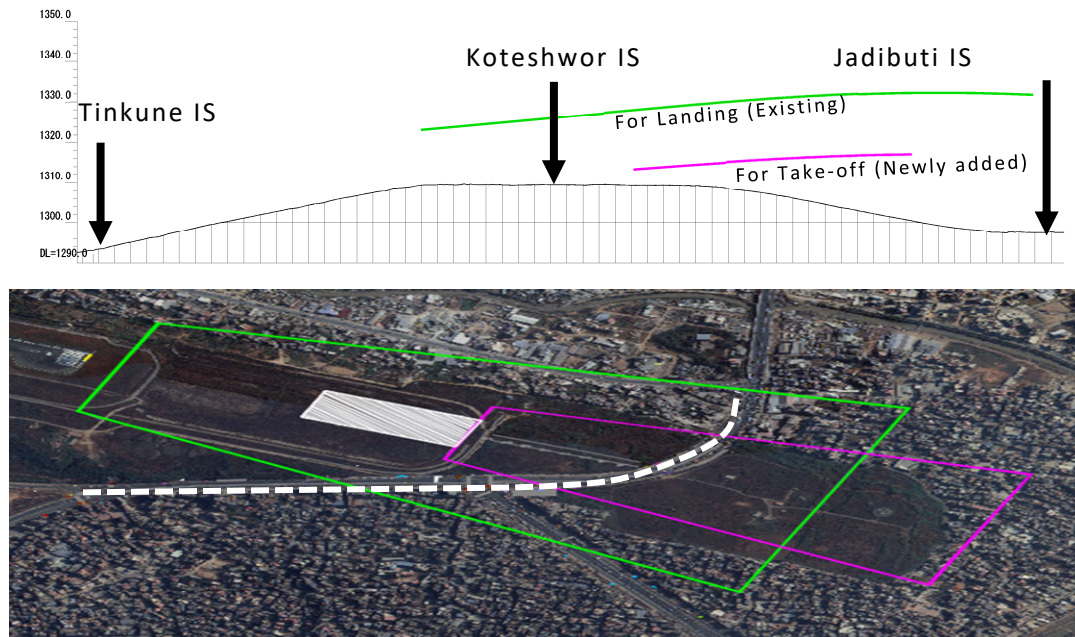
図 3.1.7 OLS の概要

図 3.1.8 及び図 3.1.9 に示すとおり、滑走路拡張により新たに設定された OLS は、既存の滑走路終点から 240m 南側が起点（座標値は 337,617.627, 3,063,264.332, 1,314.446）となる。なお、上図の中の着色部は図 3.1.8 の着陸（緑）と離陸（ピンク）の平面 OLS を示している。OLS の縦幅については、飛行機の進行方向に 2%勾配で高さ方向に永遠に拡大して存在するが、便宜上図中に記載のように途中で切った形で表現している。



出典：調査団

図 3.1.8 OLS の範囲 (1/2)

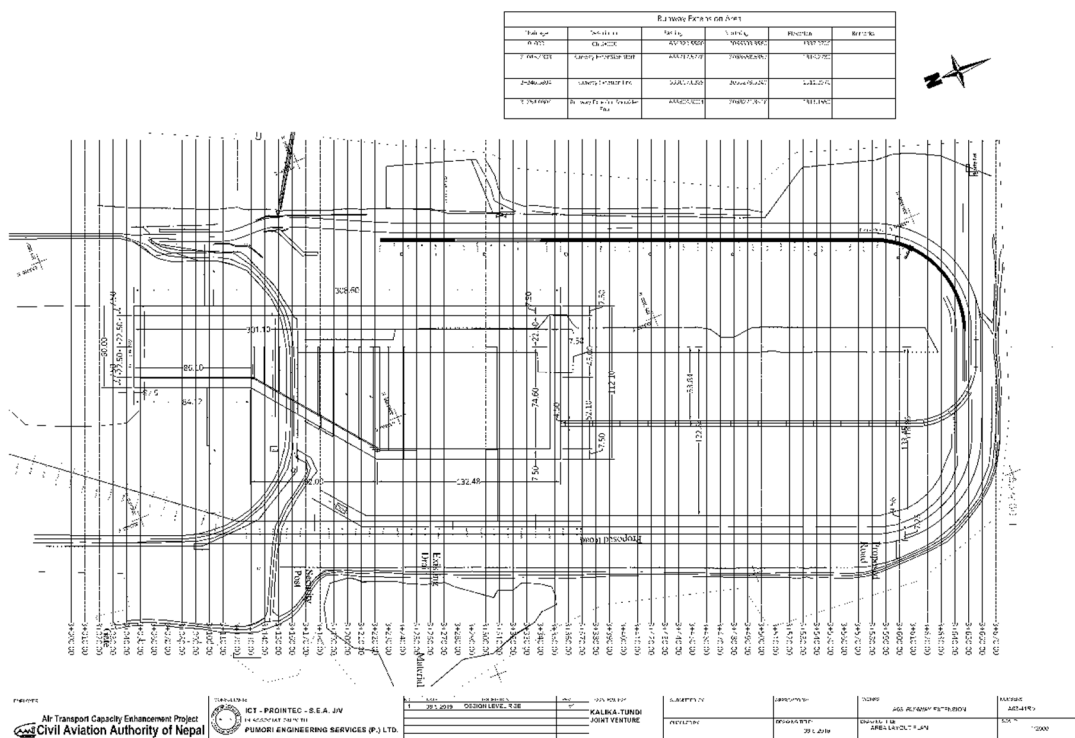


出典：調査団

図 3.1.9 OLS の範囲 (2/2)

(3) 既存地形図

滑走路拡張前に CAAN により作成された地形図は、図 3.1.10 の通りである。保安上の理由から、測量が実施できなかった滑走路区間の地形図と本調査で実施した測量調査結果を合成し、設計作業に使用した。



出典：調査団

図 3.1.10 滑走路拡張工事の既存地形図

3.2 既存ユーティリティ調査

3.2.1 地下埋設物

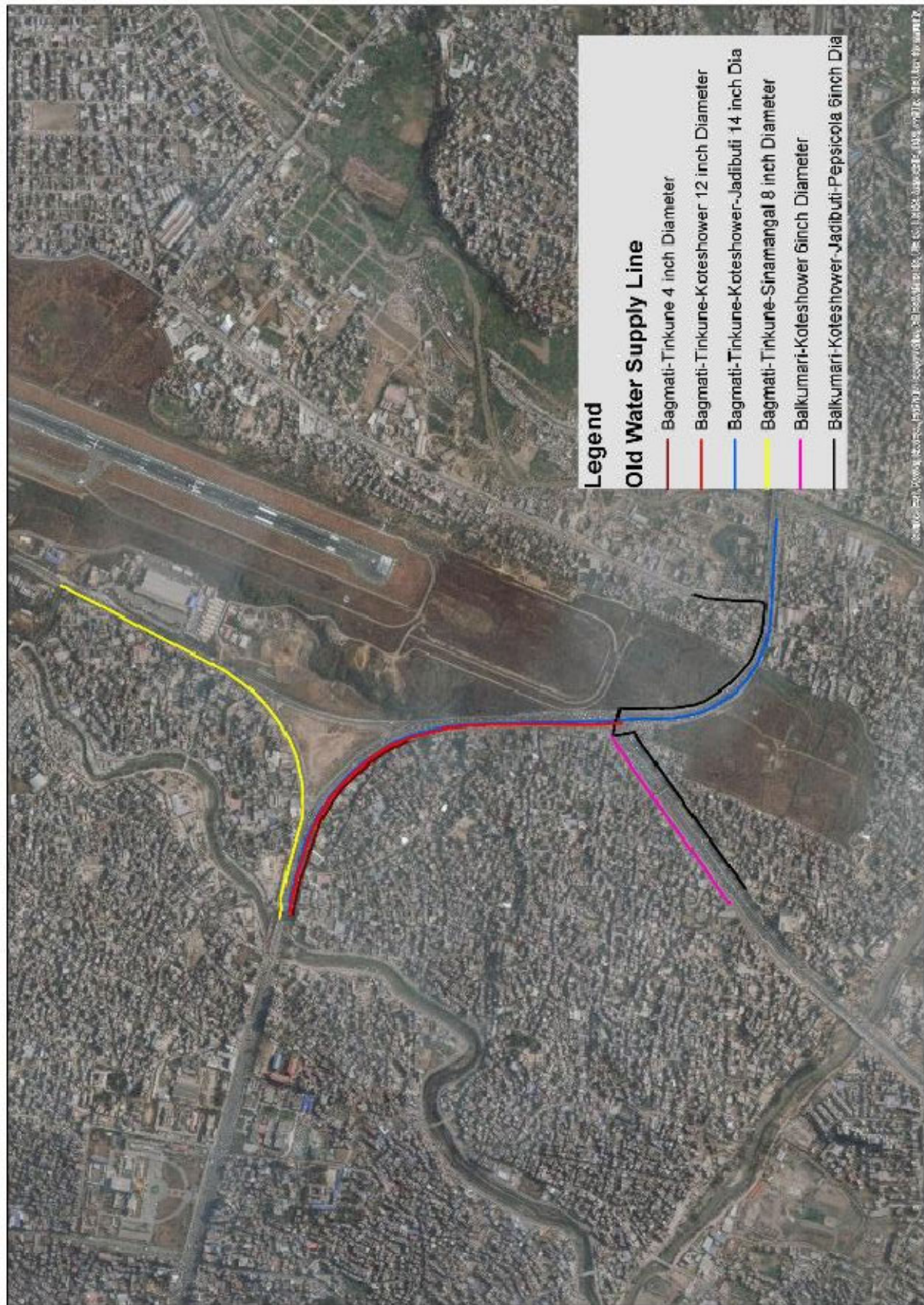
対象地域内での地下埋設物調査は、現地での目視調査及び埋設物占有業者（Nepal Telecom、Kathmandu Valley Water Supply Management Board、Nepal Electricity Authority）から収集した情報をもとに行った。埋設物には通信、水道（旧管）、水道（新管）の３種類と地上支障物として電力線が確認された。

プロジェクトサイトには、埋設深さ 1~2m の通信、旧水道管、新水道管の３種類の地下埋設物がある。これらの系統図を図 3.2.1 から図 3.2.3 に示す。なお、旧水道管も現在利用されているとのことである。



出典: Nepal Telecom

図 3.2.1 通信線系統図



出典: Kathmandu Upatyaka Khanepani Limited, Project Implementation Directorate(KUKL PID)

図 3.2.2 旧水道管系統図



出典: Kathmandu Upatyaka Khanepani Limited, Project Implementation Directorate(KUKL PID)

図 3.2.3 新水道管系統図

3.2.2 既存地上ユーティリティ

図 3.2.4 に示す 11kV の高圧架空線がプロジェクトサイト近隣に位置する。また、一般低圧架空線もプロジェクト道路沿いに位置、または横断している。図 3.2.5 及び表 3.2.1 に地上ユーティリティのインベントリー調査結果を示す。なお、これらの地上ユーティリティの中で OLS と干渉するものは存在していない。



出典：調査団

図 3.2.4 高圧架空線 (11kV)



出典: Nepal Electricity Authority

図 3.2.5 高圧線系統図

表 3.2.1 低圧架空線インベントリー調査結果 (1/2)

S.N.	Code	Coordinate			Height from GL	Wire Elevation	Wire Type	Pole Type	Remarks
		Easting	Northing	GL Elevation					
1	P1	337566.173	3064090.021	1304.547	5.850	1310.397	Multiple Cable Wire	Galvanized iron Pole	
		337579.162	3064080.827	1304.758		1310.608			
2	P2	337579.162	3064080.827	1304.758	5.950	1310.708	Multiple Cable Wire	Iron Pole	
		337551.964	3064060.865	1303.352		1309.302			
3	P3	337371.151	3063715.812	1293.726	5.950	1299.676	Multiple Cable Wire	Galvanized iron Pole	
		337392.295	3063723.783	1294.087		1300.037			
4	P4	337371.151	3063715.812	1293.726	6.250	1299.976	Multiple Cable Wire	Galvanized iron Pole	
		337383.066	3063706.031	1293.969		1300.219			
5	P5	337336.405	3063659.016	1293.432	6.550	1299.982	Multiple Cable Wire	Tree	
		337353.177	3063652.054	1293.206		1299.756			
6	P6	337257.144	3063575.305	1292.606	9.350	1301.956	Hightension Line	Galvanized iron Pole	
		337273.221	3063555.033	1292.508		1301.858			
7	P7	337191.181	3063531.075	1292.268	6.650	1298.918	Multiple Cable Wire	Iron Pole	
		337197.255	3063517.324	1292.459		1299.109			
8	P8	336962.377	3063501.610	1292.513	7.150	1299.663	Multiple Cable Wire	Concrete pole-Iron pole- Concrete pole	
		336955.614	3063481.594	1292.533		1299.683			
		336952.504	3063464.975	1292.803		1292.803			

表 3.2.2 低圧架空線インベントリー調査結果 (2/2)

S.N.	Code	Coordinate			Height from GL	Wire Elevation	Wire Type	Pole Type	Remarks
		Easting	Northing	GL Elevation					
9	P9	336739.652	3063551.490	1294.667	6.450	1294.667	Multiple Cable Wire	Tree- Galvanized iron pole	
		336725.808	3063537.225	1294.521		1300.971			
10	P10	337073.281	3063384.828	1292.487	5.850	1292.487	Single Cable	Concrete pole- Street Lamp post	
		337078.027	3063401.493	1292.284		1298.134			
11	P-11	337174.526	3063241.103	1295.324	6.650	1295.324	Multiple Cable Wire	Galvanized iron Pole	
		337206.976	3063239.475	1295.786		1302.436			
12	P-12	337202.190	3063281.304	1294.745	9.950	1294.745	Hightension Line	Galvanized iron Pole	
		337227.993	3063259.626	1295.335		1305.285			
13	P-13	337204.518	3063153.504	1299.457	8.850	1299.457	Hightension Line	Galvanized iron Pole	
		337236.533	3063158.367	1301.475		1310.325			
14	P-14	337241.869	3063134.523	1301.637	6.850	1301.637	Multiple Cable Wire	Galvanized iron Pole	
		337204.679	3063132.824	1298.884		1305.734			
15	P-15	337206.882	3062656.634	1309.096	7.350	1309.096	Multiple Cable Wire	Concrete pole	
		337210.329	3062649.075	1308.972		1316.322			
16	P-16	337384.440	3062372.597	1299.859	7.050	1299.859	Multiple Cable Wire	Concrete pole- Iron pole	
		337357.633	3062337.665	1301.467		1308.517			

出典：調査団

3.3 地質調査

3.3.1 概要

本プロジェクト施設の概略設計に必要な基礎情報把握を目的として、現地再委託によりプロジェクト対象範囲の地質調査（ボーリング調査、CBR 試験及び室内試験）を実施した。調査項目を表 3.3.1 に示す。

表 3.3.1 地質調査項目一覧

No.	内容	単位	数量	備考
1	Preliminary Work	LS	1	
2	Core Drilling and Laboratory Tests			
2-1	Boring Survey			
	Drilling works (BH1, BH2, BH3, BH4)	m		
	- BH1, BH2, BH3, BH4	m	200	50m @ 4nos.
	Standard Penetration Test (SPT) [ASTM D1586]	Nos.	200	1m interval
	Disturbed/undisturbed soil sampling	Borehole	4	
	Water level measuring in boreholes	Nos.	4	
2-2	Laboratory Tests for Borehole Material			
	Natural moisture/water content [ASTM D2216]	Nos.	40	10 samples per borehole
	Specific gravity [ASTM D854]	Nos.	40	
	Sieve analysis [sieving + hydrometer test, ASTM D422]	Nos.	40	
	Liquid limit & plastic limit [ASTM D431]	Nos.	40	
	Unit weight test with undisturbed soil samples [ASTM D7263]	Nos.	40	
	Unconfined compression test for clay [ASTM D2166]	Nos.	20	5 samples per borehole
	Consolidation test for clayey soil [ASTM D2435]	Nos.	20	
	Direct shear test for sandy soil [ASTM D3080]	Nos.	20	
3	CBR Tests			
	Field in-place CBR test [AASHTO T193]	location	4	
	Test pitting and soil sampling	samples	12	4 locations*3 layers (base course, subbase course, and subgrade)
	Soil classification [ASTM D 2487]	samples	12	
	Natural moisture/water content [ASTM D2216]	samples	12	
	Specific gravity [ASTM D854]	samples	12	
	Sieve analysis [4.5kg rammer method, AASHTO T180]	samples	12	
	CBR test [AASHTO T193]	samples	12	
4	Material Investigations			
4-1	Laboratory Tests for Borrow Material			
	Test pitting and soil sampling	location	3	
	Soaked CBR Test [AASHTO T193]	sample	3	
	Specific gravity [AASHTO T100]	sample	3	
	Liquid and plastic limit [AASHTO T90]	sample	3	
	Sieve analysis [sieve+ hydrometer test, AASHTO T88]	sample	3	
	Natural moisture/water content [AASHTO T265]	sample	3	

No.	内容	単位	数量	備考
4-2	Laboratory Tests for Quarry Material (Base and Subbase Course)			
	Test pitting and aggregate/rock sampling (base and subbase course)	location	3	
	Compaction test [4.5kg rammer method, AASHTO T180]	samples	6	
	Soaked CBR test [AASHTO T193]	samples	6	
	Specific gravity [AASHTO T100]	samples	6	
	Liquid and plastic limit [AASHTO T90]	samples	6	
	Sieve analysis [sieve + hydrometer test, AASHTO T88]	samples	6	
	Natural moisture/water content [AASHTO T265]	samples	6	
4-3	Laboratory Tests for Quarry Material (for Asphalt Pavement)			
	Test pitting and aggregate/rock sampling	location	3	
	Los Angels abrasion test [AASHTO T96]	sample	3	
	Flakiness index [AASHTO M147-6S]	sample	3	
	Absorption and specific gravity test [AASHTO T84]	sample	3	
	Sieve analysis [AASHTO T27]	sample	3	
	Soundness of aggregate [AASHTO T104]	sample	3	
4-4	Laboratory Tests for Quarry Material (for Concrete)			
	Test pitting and aggregate/rock sampling	location	3	
	Los Angels abrasion test [AASHTO T96]	sample	3	
	Absorption and specific gravity test [AASHTO T84]	sample	3	
	Soundness of aggregate [AASHTO T104]	sample	3	
	Sieve analysis [AASHTO T27]	sample	3	
	Alkali reactivity [ASTM C289]	sample	3	
	Organic impurities in fine aggregate [AASHTO T21]	sample	3	
	Materials finer than 75- μ m (No. 200) sieve [AASHTO T11]	sample	3	
	Clay lumps and friable particles in aggregate [AASHTO T112]	sample	3	
5	Data Collection	LS	1	
6	Documentation and Report (1 Hard, 1 Soft Copy)	LS	1	
7	Overhead Cost			
	Accommodation, Security, transportation, etc.	LS	1	

出典：調査団

3.3.2 プロジェクト対象地域の地質概要

プロジェクト対象地域は、小ヒマラヤ山脈の中央に位置し、国内で最も人口密度が高いカトマンズ盆地のほぼ中央部に位置する。かつては湖だった谷（Paleo-Kathmandu Lake）が、マハーバーラト衝上活動の隆起によって形成された盆地（お椀型）である。

カトマンズ盆地は山々に囲まれ、主に基盤岩の上にある非常に厚い河川湖沼堆積物から構成されている。堆積物は、山岳地帯から運ばれ、黒色プラスチックの粘土質シルト、砂質シルト、シルト質砂、及び細砂から砂利を含む砂で構成されている。谷部の堆積物の最大深さは、谷の中央部にで 50 メートル以上であると報告されている (Sakai: 2008、Suresh Krishnan and Kim:2017)。

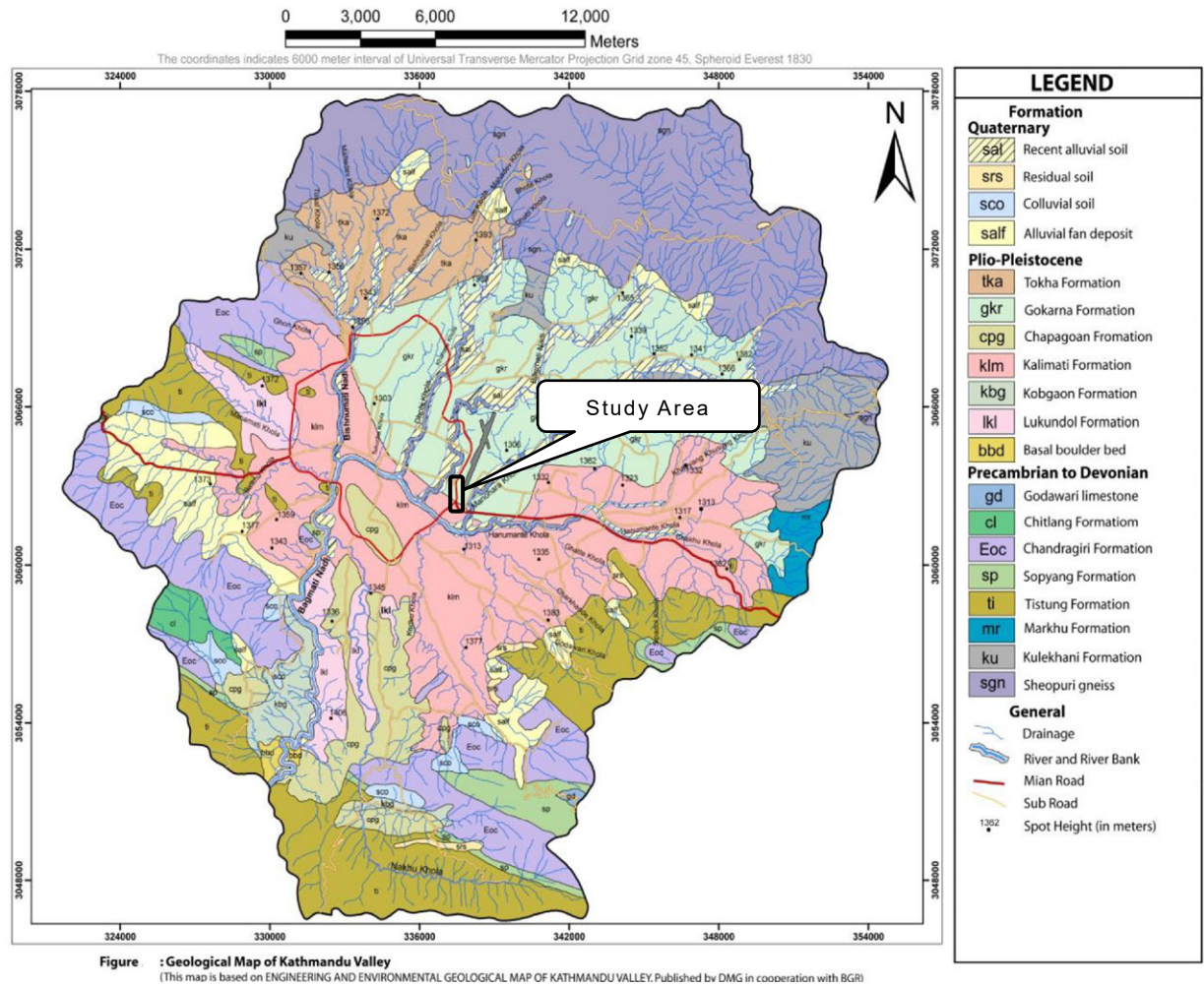
3.3.3 調査位置

表 3.3.1 に示すように、調査位置はティンクネからコテシヨールを経てジャディブティに至る数カ所において、ボーリング及び CBR 試験を実施した。第 8 章で選定した推奨ルート線形に基づいたボーリング調査位置を図 3.3.2 に、CBR 試験位置を図 3.3.3 にそれぞれ示す。なお、TIA 用地内の BH-2 のボーリング調査を行うため、事前に許可取得レターを発出し、実施するまでに約 2 週間を要した。調査実施に当たり、CAAN からは調査計画（スケジュール、作業範囲、調査員名簿、機材リスト及び調査方法等）の提出を求められた。

空港の安全な運営のため、TIA 用地内での現場作業について CAAN から示された要件は以下のとおりである。

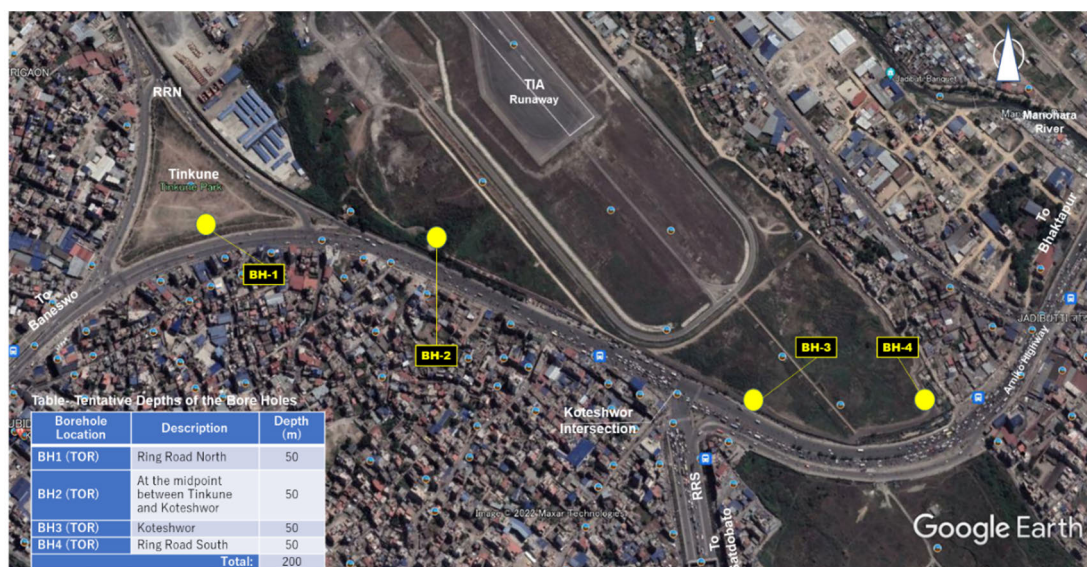
- 側道（滑走路方向）内には絶対に入らないこと。※黄色中心線は誘導路、白色中心線は滑走路を示す。
- 車両は制限速度を遵守すること（制限速度：サービス道路=20km/h、滑走路横の道路/隣接エプロン=10km/h）。
- TIA 当局によって許可されたスケジュール内でのみ作業すること。あらゆる現場作業は、TIA 当局の運営管理部門の同行スタッフの監督下で行うこと。
- 火気、その他の可燃物の持ち込み及び使用の禁止。
- ペットボトルのキャップ、マスクなどのゴミは空港周辺には捨てないこと。
- 空港運営に支障をきたす恐れのある猿や鳥を引き寄せないように、空港内に食品やその包装紙を捨てないこと。
- 自身の名前で発行されたパスを持つ者のみ作業を許可する。他人名義でのパスの使用を認めない。当局は必要に応じて本人確認を行う。
- 緊急時は管制塔の指示に従うこと。
- 飛行機のエンジンには絶対に近づかないこと。
- 規則または禁止されている物品は持ち込まないこと。
- 空港への入場及び空港内での作業中は、常に適切な安全具（安全ベスト、靴、手袋、耳栓など）を着用すること。使用しないときは、備え付けの倉庫に機器を保管すること。

CBR 試験は円滑な既存交通を確保するため、現道脇（路肩または保護路肩）で実施した。



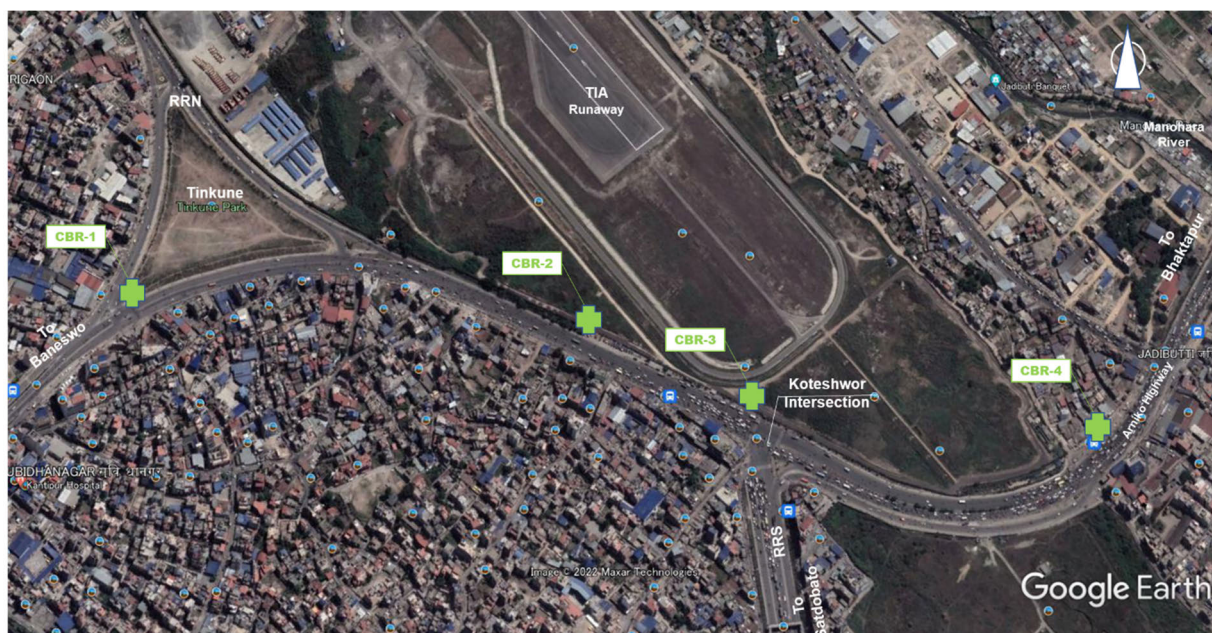
出典 : Engineering and Environmental Geological Map of Kathmandu valley, Department of Mines and Geology, Nepal

図 3.3.1 カトマンズ盆地の地質分布図



出典 : 調査団

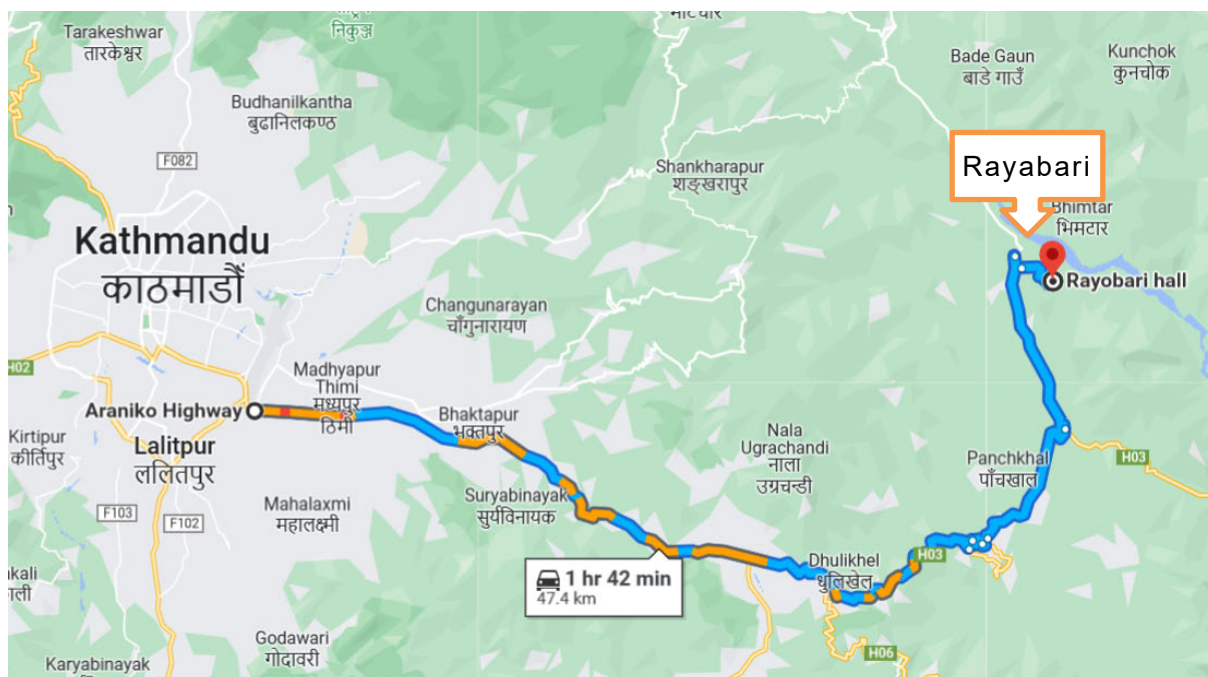
図 3.3.2 ボーリング調査位置図



出典：調査団

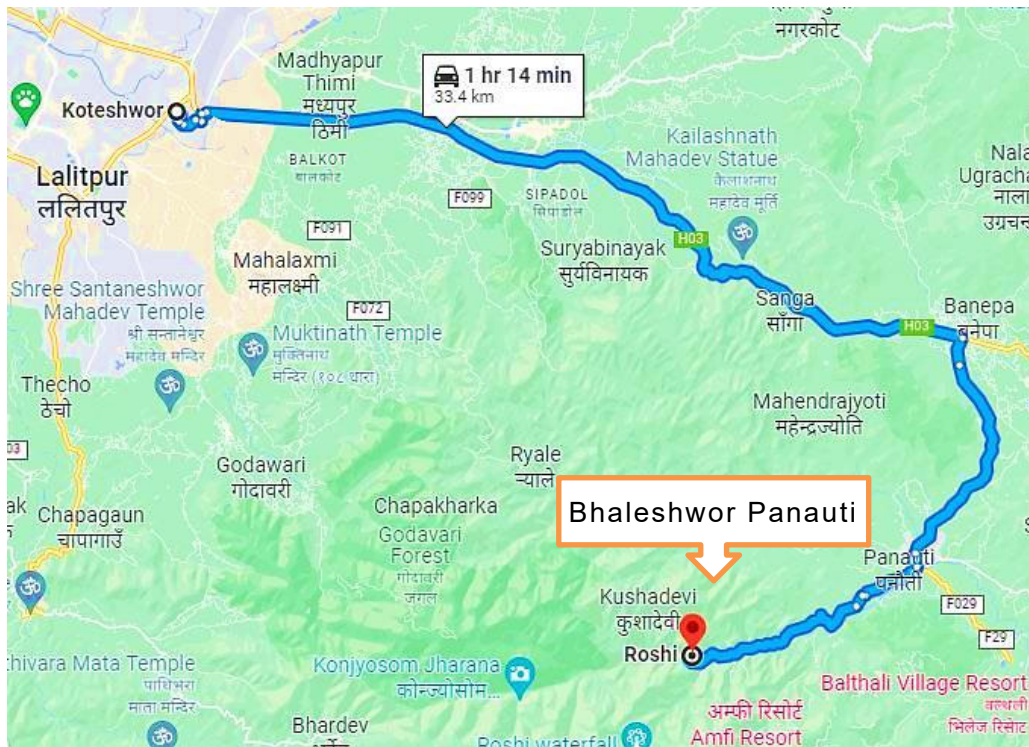
図 3.3.3 CBR 試験位置図

図 3.3.4～図 3.3.6 に材料試験用の試料を採取した土取場と採石場の位置を示す。
これらはプロジェクト対象地域から約 20~50km 離れた場所に位置する。



出典：調査団

図 3.3.4 Rayabari 採石場



出典：調査団

図 3.3.5 Bhaleshwor Panauti 採石場



出典：調査団

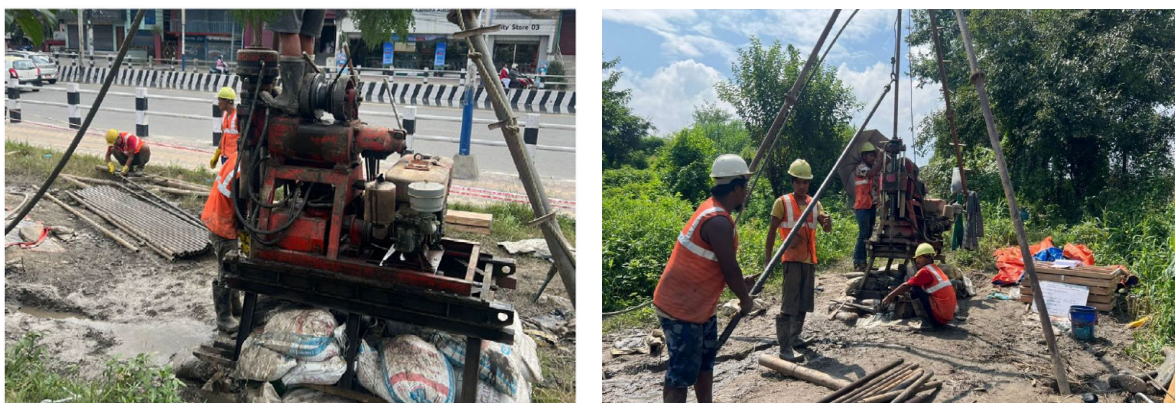
図 3.3.6 Siphaghat 採石場

3.3.4 調査項目

(1) ボーリング調査

掘削には「NQ」または「NX」サイズのコアを採取可能な二重管を使用し、また、ボーリング孔の側面の崩壊を防ぐために、孔内は、必要に応じてベントナイトで満たして調査を実施した。

SPT チューブにより採取された試料は、測定後にコア箱に保管し、不攪乱試料は規定の深さ間隔で採取した。



出典：調査団

図 3.3.7 コア採取の様子

(2) 標準貫入試験(SPT:Standard Penetration Test)

地盤の工学的特性を推定するため、ボーリング孔内で標準貫入試験（SPT）を実施した。実施間隔は 1.0m 間隔とし、63.5kg のハンマーを 760mm の高さから繰り返し落下させ、試験深さの層に外径 50.80 mm サンプラーを 450 mm まで貫通させた。150mm 貫入あたりの打撃回数を 300mm まで記録し、その加算値をN値として記録した。N値が 50 を超えた場合は打ち止めとした。



出典：調査団

図 3.3.8 BH3 および BH4 の SPT の様子

(3) 室内試験

すべての試験は表 3.3.1 に準じて実施した。



出典：調査団

図 3.3.9 BH3 のコアサンプル

(4) 現道の CBR 試験

CBR 試験は、既存道路の路肩上 4 ヲ所で実施した。各層（路盤、下層路盤、上層路盤）から試料を採取し、表 3.3.1 に準じて室内試験を実施した。

(5) 盛土材の室内試験

空港用地内において、プロジェクト道路上の 1 ヲ所でサンプリングを行った。ピットから採取されたサンプルはすべて袋に入れて、サンプル番号、試験ピット番号、サンプリング場所/深さ、土壌/岩石の種類を記載の上、直射日光を避けて保管し、表 3.3.1 に準じて室内試験を実施した。

(6) 路盤材、骨材の室内試験

3 ヲ所の採石場からサンプリングを行った。採取試料は、すべて袋に入れて、サンプル番号、試験ピット番号、サンプリング場所/深さ、土壌/岩石の種類を記載のうえ直射日光を避けて保管し、表 3.3.1 に準じて室内試験を実施した。

3.3.5 調査結果

(1) ボーリング調査

現地調査及びボーリングデータから、プロジェクト対象地域の地層の上部は盛土堆積物で被覆され、深部は、砂質からシルト質の地盤と湖沼性の地盤が堆積していると判断される。地下水位は、地表から約 20m 以内と推定される。

以下に、調査結果から抽出した対象地域の地質特性を述べる。詳細については、別添 3 に添付するボーリングログを参照されたい。

1) BH-1

- N 値は全体 (GL-0m~50m)を通して 20 未満である。
- 粒径が小~中程度の砂層が GL-8m まで観察され、その後に黒みがかった灰色の硬質シルト層が GL-50m まで連続する。
- 地盤の性質は不均一 (均等係数 4 未満) であり、中程度の可塑性を有する。
- 地盤は正規圧密状態にある。

2) BH-2

- N 値 49 の GL-4m~6m の砂質層を除き、BH-1 とほぼ同様の地層構成となっている。その直下層は N 値 20 未満の砂質土である。
- GL-20m には粒径が小~中程度の砂層が分布している。下層は黒っぽい硬い粘土質のシルト層 (パタン層) が存在する。
- 地層の傾斜により、地盤の性質が不均一 (均等係数 4 未満) であり、中~高度の可塑性を有する。
- 地盤は正規圧密状態にある。

3) BH-3

- GL-10m までは、粒径が小~中程度の砂層が観察され、その後 GL-50m までは、黒灰色の中程度から非常に硬い粘土シルト層が連続する。
- 地層の傾斜により、地盤の性質が不均一 (均等係数 4 未満) であり、中~高度の可塑性を有する。
- 部分的に厚さ約 1m 程度の N 値 50 の層が存在するが、その下層はすべて粘土層であり、N 値は 50 未満である。
- 地盤は正規圧密状態にある。

4) BH 4

- GL-10m までは砂質層が存在し、N 値は 20 未満である。その下層はパタン層 (N 値 20 未満の細砂混じり粘土質の低可塑性粘土質シルト) である。
- 粒径が中程度から大の均一な砂層が GL-10m まで観察され、その後、細粒分の多い中程度から非常に硬い粘土質シルトが GL-50m まで連続する。
- 地層の傾斜により、地盤の性質が不均一 (均等係数 4 未満) であり、中~高度の可塑性を有する。
- 地盤は正規圧密状態にある。

プロジェクト対象地域の 4 本のボーリング結果から、GL-50m 以内に N 値 50 以上の支持層は確認されず、上述のとおり岩盤は非常に深い（約 550m）位置に存在すると推定される。また、N 値 20 以上かつ厚さ 3～5m の砂礫層も確認されていない。

従って、構造物の基礎には支持杭は適用できないため、摩擦杭による設計が必要となる。

(2) CBR 試験

既設道路の路肩外で実施した現場 CBR 試験結果から、既存下層路盤路の CBR は 40%以上であり、新設舗装の路床及び下層路盤として十分な強度を保持していると考えられる。既存道路の上層路盤の CBR を確認するには、詳細設計段階で既存舗装上にて CBR 試験を改めて実施し、適切な舗装構造を決定することが望ましい。

(3) 盛土材および路床材

TIA 用地内の土は、CBR が 29.74%、PI が 1.0%であり、盛土材及び路床材として適用可能である。

(4) 路盤材

表 3.3.2 に路盤材の一般的な技術仕様（下層路盤材：CBR 値>30%、PI<10%）及び上層路盤材（CBR 値>80%、PI < 4%）を基準として、各採石場から採取された材料の室内試験結果から路盤材への適用性を整理した。

表 3.3.2 下層路盤材および上層路盤材への適用性

採石場		Rayabari	Bhaleshwor Panauti	Siphaghat
CBR		17.09%	38.03%	42.84%
PI (Plasticity Index)		1.10%	1.50%	1.60%
適用性	下層路盤	不可	可	可
	上層路盤	不可	不可	不可

出典：調査団

以上の結果から、上層路盤材については、他の採石場から調達するか、安定化させた材料を使用することを検討する必要がある。ただし、本プロジェクトの平面道路区間の舗装設計には既存の上層路盤を利用する計画であるため、再度、詳細設計段階で既存舗装上における CBR 試験による検証が必要となる。

(5) 舗装用骨材

表 3.3.3 に一般的な技術仕様（すり減り量< 30%、扁平率<30%）を基準として、各採石場で採取された材料の室内試験結果に基づき、舗装用骨材への適用性を整理した。この結果、いずれの試料も舗装用骨材として適用可能であると判断される。

表 3.3.3 舗装用骨材への適用性

採石場	Rayabari	Bhaleshwor Panauli	Siphaghat
すり減り量	26.84%	27.83%	28.31%
扁平率	12.41%	9.69%	11.46%
適用性	可	可	可

出典：調査団

(6) コンクリート用骨材

を基準として、各採石場で採取された試料の室内試験結果に基づき、コンクリート用骨材への適用性を整理した。この結果、いずれの試料も舗装用骨材として適用可能であると判断される。

に一般的な技術仕様（すり減り量<40%（<35% for concrete pavement）、比重>2.5）を基準として、各採石場で採取された試料の室内試験結果に基づき、コンクリート用骨材への適用性を整理した。この結果、いずれの試料も舗装用骨材として適用可能であると判断される。

表 3.3.4 コンクリート用骨材への適用性

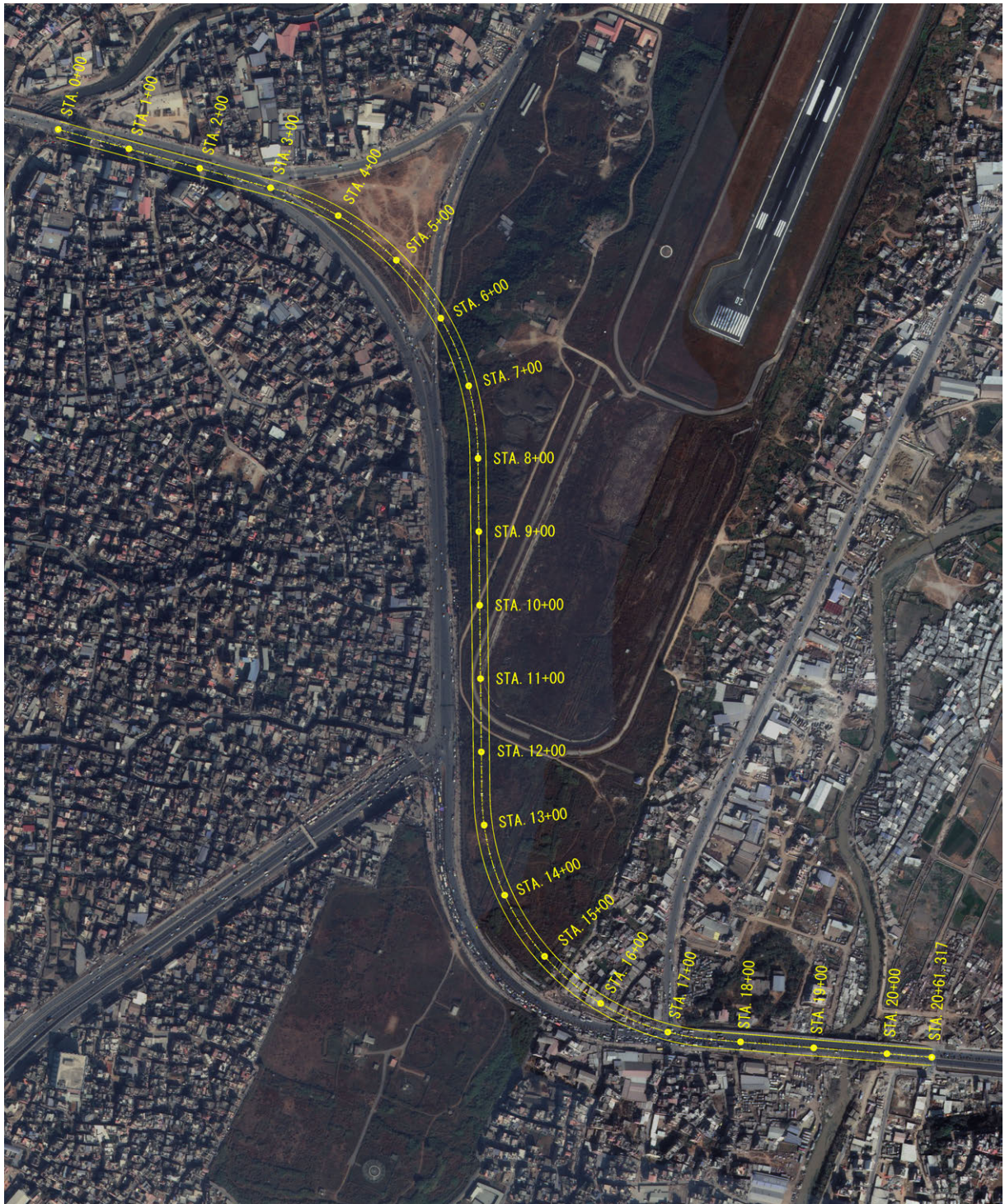
Quarry Site	Rayabari	Bhaleshwor Panauli	Siphaghat
すり減り量	25.84%	26.81%	28.15%
比重	2.732	2.726	2.730
適用性	可	可	可

出典：調査団

なお、これらの骨材から、アルカリシリカ反応成分は微量であり、基準値以下（3.0kg/m³）であったため、アルカリ骨材反応は、発生する恐れはないと考えられる。

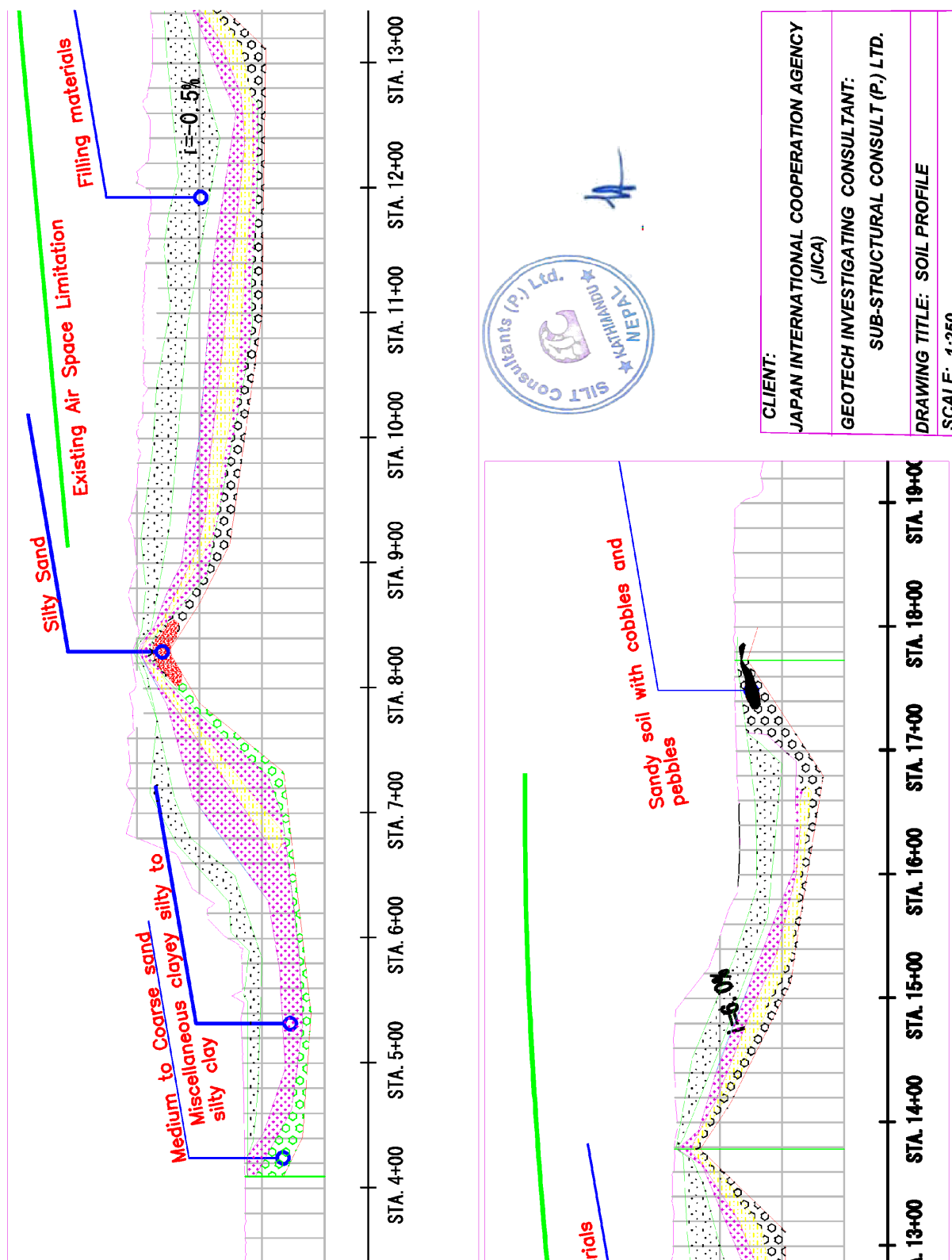
(7) 地質縦断図

図 3.3.10 及び図 3.3.11 に TK-3 の平面図および地質縦断図をそれぞれ示す。



出典：調査団

図 3.3.10 平面図



出典：調査団

図 3.3.11 地質縦断面図

3.3.6 考察

(1) 圧密特性

一般に、カトマンズ盆地内における構造物の設計には、本調査における地質調査で明らかになった地質特性及び圧密沈下の影響を考慮する必要がある。圧密沈下は、主に 2 つの要因、i) 盆地全体の沈下及び ii) 新規の荷重载荷によって引き起こされるため、構造物の基礎設計には十分な配慮が必要となる。

1) 盆地自体の沈下

前述のとおり、カトマンズ盆地を構成する堆積物は継続的に沈下し続けている。地盤沈下は、主に地震活動に起因するもの、また、家庭用及び工業用水取水のため地下水の汲み上げ等が要因である。特に地下水については、近年、急速かつ過剰に取水されている報告があり、Suresh Krishnan 及び Kim の 2017 年の研究結果では、ゴルカ地震後の年間沈下速度が -8.2cm/年 から -12 cm/年 へと大幅に増加したことを報告している。

2) 新規の荷重载荷

本プロジェクトでは、プロジェクト交差点及びその周辺道路の慢性的な交通渋滞を緩和するために、高架橋等の重量構造物を含む高盛土道路区間を計画する必要がある。この地域の地質は非常に厚い河川湖沼堆積物で構成されており、正規圧密状態にあるため、新規の荷重载荷による沈下が生じる可能性がある。

(2) 圧密沈下

プロジェクト対象地域では、N 値が 50 以上の支持層が確認されていないため、橋梁基礎は摩擦杭を適用することを基本となる。また、杭長が比較的短い場合には、詳細設計段階の基礎設計において圧密沈下を検討することが必要となる。

(3) 液状化

地下の浅い範囲に砂層が観察されるため、液状化の概略検討を日本道路協会発行の道路橋標準示方書により実施した。その結果、一部の層で液状化が発生する可能性が認められるものの、全体として地盤パラメータに低減係数を適用して設計する必要はないと分類された。

3.3.7 詳細設計への申し送り事項

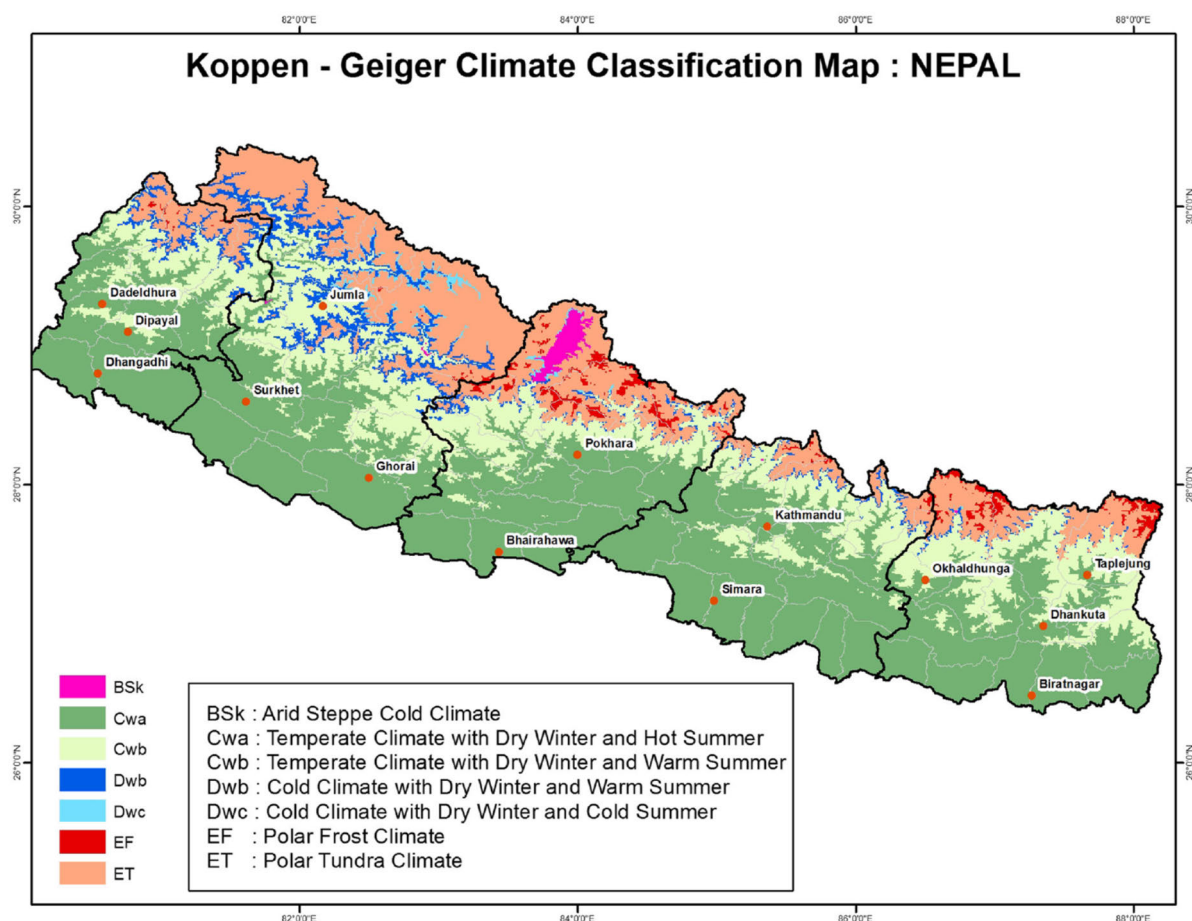
- カトマンズ盆地は、活断層地震帯に位置しており、2015 年にゴルカ地震が発生するなど、過去に何度か大規模な地震が発生している。プロジェクト対象地域付近には、活断層は確認されていないが、地震の影響を受けやすい地域である。従って、構造物計画では、耐震設計を考慮する必要がある。また、液状化の解析も併せて実施することが望ましい。

- プロジェクト地域の地層分布は不均一である可能性があり、盆地の中心部で堆積物厚が厚くなるため、変化する可能性がある。従って、橋台及び橋脚位置におけるジャストポイントにて、ボーリング調査を実施することが必要である（下部工1ヵ所当たり、2本のボーリング調査が望ましい）。さらに、アンダーパス区間においても、追加のボーリング調査を実施する必要がある。
- プロジェクト対象地域は、一部 TIA の用地内に位置することから、用地内への立ち入りは厳しく制限される。そのため、詳細設計や工事を円滑に進めるためには、関係当局（CAAN、TIA など）との緊密かつタイムリーな調整が求められる。

3.4 気象調査

3.4.1 一般的な気象条件

プロジェクト対象地域は、標高 1,300～1,400m のカトマンズ盆地に位置し、気候は全体的に温暖で、図 3.4.1 に示す Köppen-Geiger の気候分類では、Cwa に分類され、夏の降水量は冬よりもはるかに多くなる。TIA の年間平均気温と降水量は、それぞれ 18.8℃（2010 年～2019 年）と約 1,474mm（1980 年～2017 年）である。



出典: Karki et al., New climate classification of Nepal, Theor. Appl. Climatol., Vol.1225, pp.799-808 (2016)

図 3.4.1 Köppen-Geiger の気候分類

3.4.2 降水量

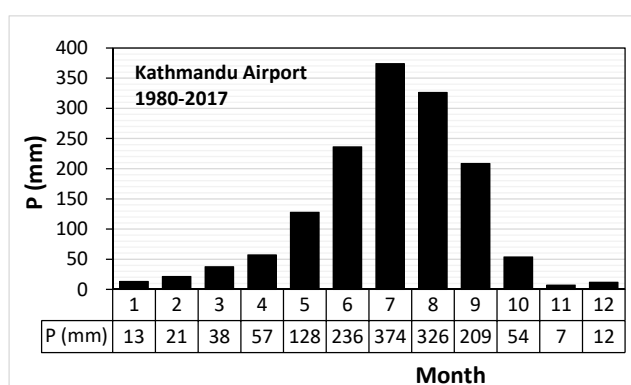
降水量の季節変動を

に示す。年間降水量の 80%以上が、5 月から 9 月の雨季に集中する。1980 年から 2017 年までに、1 日あたり 10mm 以上の雨が降った日の数を表 3.4.1 に示す。平均すると、年間 46.5 日が降水日数となる。

表 3.4.1 10mm/日以上 of 降水日数

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
降水日数 (mm)	0.5	0.7	1.2	2.0	4.0	7.2	11.2	10.6	6.7	1.7	0.3	0.4	46.5

出典：調査団（1980～2017 の TIA からの気象状況データに基づく）



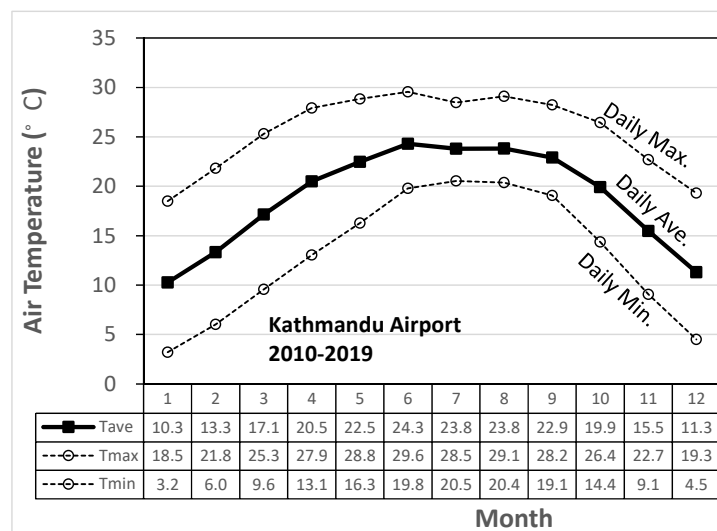
出典：調査団（1980～2017 の TIA からの気象状況データに基づく）

図 3.4.2 TIA における降水量の季節変動

3.4.3 その他パラメータ

日平均気温、最高気温及び最低気温の季節変動を出典：調査団（2010～2019 の TIA からの気象状況データに基づく）

に示す。夏は日最高気温が約 30℃に達するが、冬は日最低気温が約 3℃まで下がる。1 日の気温差は 8～15℃である。



出典：調査団（2010～2019 の TIA からの気象状況データに基づく）

図 3.4.3 TIA 観測地点における気温の季節変動

相対湿度と平均風速を表 3.4.2 に示す。相対湿度は年間で 56%から 83%まで変化し、6月から10月にかけて高い値を示す。平均風速は 1.2～2.1m/s であり、3月から6月にかけて若干値が高くなる。2010年から2019年のTIAにおける最大風速は 21.6m/s である。

表 3.4.2 相対湿度と平均風速

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Average
相対湿度 (%)	67.1	63.0	57.3	56.3	64.5	74.1	82.7	82.6	80.4	72.0	69.7	68.6	69.9
平均風速 (m/s)	1.30	1.69	2.04	2.09	2.00	1.91	1.65	1.63	1.58	1.55	1.33	1.21	1.70

出典：調査団（2010～2019 の TIA からの気象状況データに基づく）

4章 交通需要予測の更新

4.1 交通需要予測見直しの背景と方向性

(1) 交通需要予測見直しの背景と概要

本節では、交通需要予測（TDF）の見直しの背景と概要、特に TDF モデルの修正方針について記述した。

ADB 調査で KTM に都市鉄道導入検討調査を実施した際に、JICA MP TDF モデルをベースに ADB-TA TDF モデルを構築したが、本調査の当初段階にそのモデルを試用してみたところ、2020 年の対象交差点付近の予測交通量は、2020 年の交通調査から得られた観測交通量結果と比べて「過大推計」されることが判明した。

過大推計傾向の主な要因としては、i) ADB-TA TDF モデルには、KVDA の要請で 30%もの流入人口が人口フレームに上積みされていたこと、ii) KVDA が主導した東部新都市開発（ENCD）の楽観的な開発シナリオがそのまま適用されていたこと、の他、iii) 2015 年のゴルカ地震に伴う地方から KTM への住民流入、KTM での電力供給の改善に伴う都市人口増、地方で未だ散発的に起こるマオイストによる迫害から逃れた地方住民の KTM への流入等を考慮した需要シナリオ設定、等が挙げられる。また ADB-TA TDF モデルは、元々人流ベースで構築されたものであったが、本調査で入手できたものは、車種別の台ベースの OD 表が主であった。

このため本調査では、ADB-TA TDF モデルで 2020 年を予測した VTOD 表と、JICA が 2019 年に実施した対象交差点付近の断面交通量調査結果及び DOR が 2019 年に実施したボウダ道路の交通量調査結果を用いて VTOD 表を補正後、TDF モデルを構築し、将来予測作業を実施した。

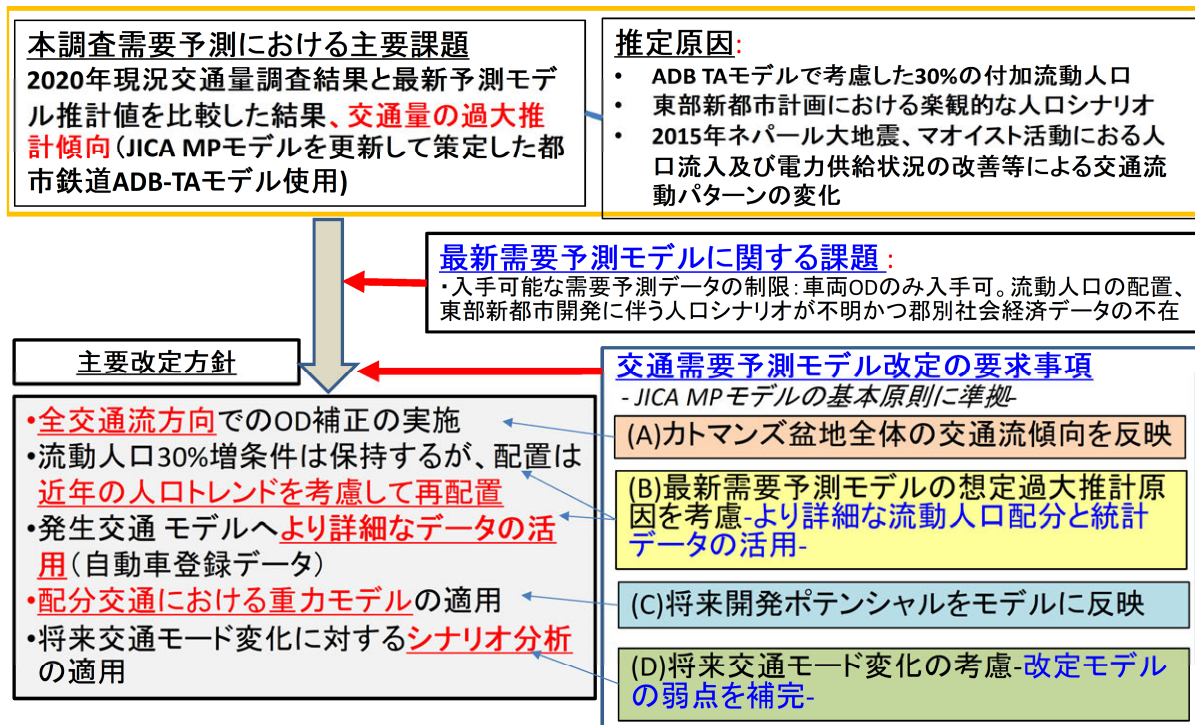
その後、JICA 側からいくつかの要求事項や提案があったため、TDF モデルを改良することとなった。（今後このモデルを改良前 TDF モデルと称す）

JICA 側からの要求事項や提案事項は、(A) KTM 全体の交通行動を反映すること、(B) ADB-TA TDF モデルから過大推計してしまう要因を取り除くこと、(C) 将来の都市開発を反映させること、(D) 将来の交通手段の変更を考慮することであった。

上記の要件を満足させるため、改良前 TDF モデルを修正し、改良版 TDF モデルを構築することとした。（図 4.1.1 参照）

(2) 改良版 TDF モデルに求められる対策

上記の4つの要件を満足させるため、改良版 TDF モデルでは図 4.1.1 に示す対策を講じた。対策の詳細を以下に示す。



出典：調査団

図 4.1.1 改良版 TDF モデルに求められた要求事項とその対策

主要項目別に、改良前 TDF モデルと改良版 TDF モデルで更新した内容の概要を表 4.1.1 に示す。

表 4.1.1 改良版 TDF モデルで更新した箇所

項目	以前の予測手法	今回の更新内容
2020年OD表の修正	東部断面1面における調整	東部、南部、北西部の3断面における調整
東部新都市開発シナリオ	2060年までに100万人	2060年までに100万人(特に変更なし)
流入人口とその人口配置設定	CBS人口統計データに比例	近年の人口増加シナリオ、ゾーン毎の人口増可能性検討に基づく配置
分布手法	現在パターン法を採用	重力モデルを採用
将来の車両登録台数の予測方法	車両登録台数、GDPデータから車種ごとに予測	車両登録台数、GDPデータに加え、ゾーン毎の人口設定から車種ごとに予測

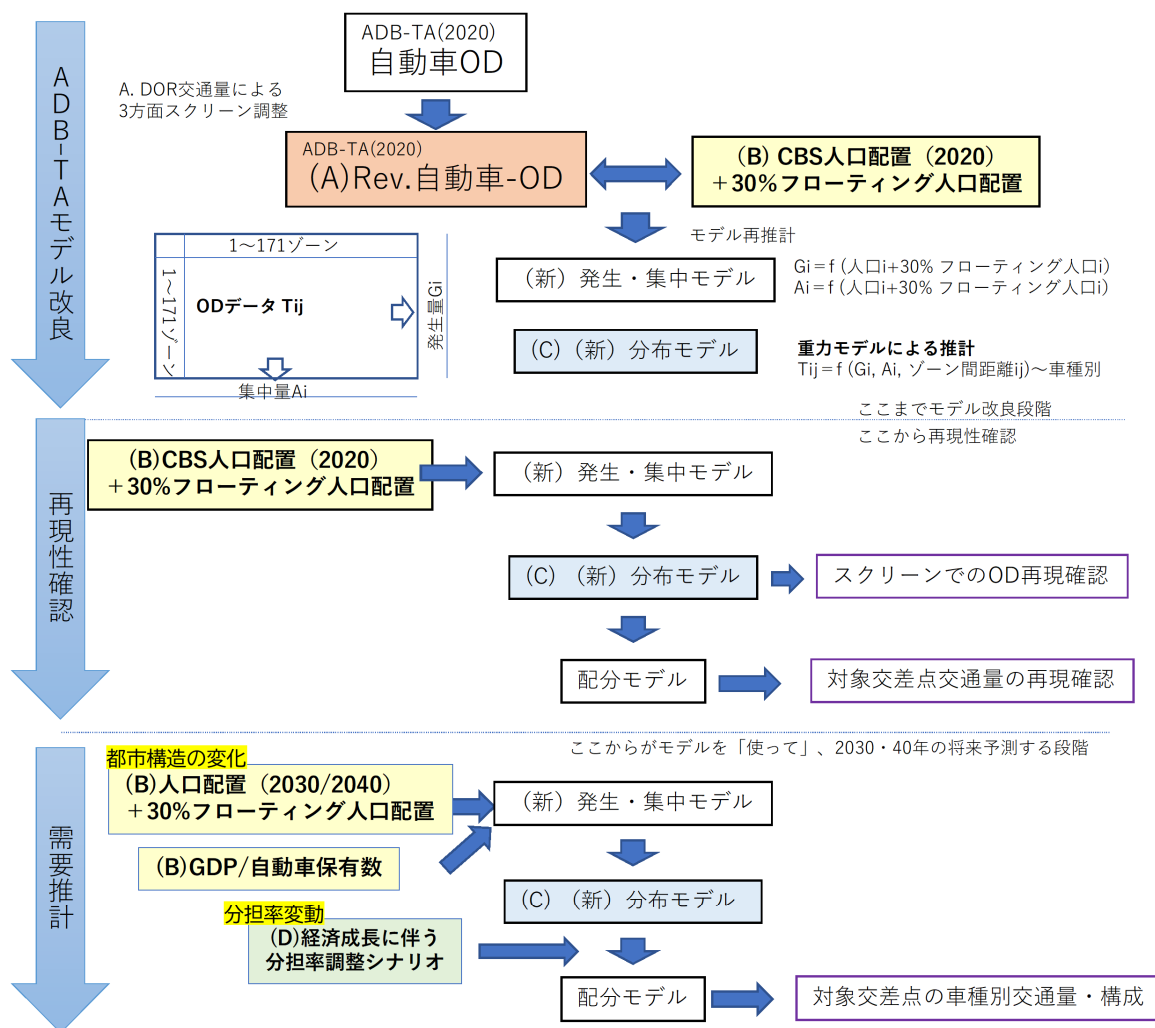
出典：調査団

2020 年 OD 表の修正において、改良版 TDF モデルでは 3 本のスクリーンラインを設定し、KTM に出入りする交通に合うよう OD 表を補正して、精度の向上を図った。

東部新都市開発シナリオに対して、改良版 TDF モデルでは、KVDA が採用したシナリオを踏襲したが、交通流動パターンについては、改良前 TDF モデルでは、現在パターン法を用いて計算していたところを、改良版 TDF モデルでは重力モデルを用い、将来の人口増加に応じた交通流動の精度向上を図った。

将来需要予測で用いる車種別の自動車登録台数について、改良前 TDF モデルでは GDP の伸びを用いて予測していたが、改良版 TDF モデルではゾーン別の人口の伸びに応じた自動車登録台数を算出して OD 表の精度向上を図った。

図 4.1.2 に TDF モデルの改良方法及び予測手順を示す。なお、図 4.1.1 で示した主な変更点は、この図にも(A)～(D)の項目として記載した。



出典：調査団

図 4.1.2 改良モデルによる交通需要予測の手順

TDF の改良手順としては、i) ADB-TA TDF モデルの改良、ii) 現況再現性の確認、iii) 需要推計の 3 段階がある。段階 i) では、上述した 3 本のスクリーンライン補正を行った VT-OD を作成した後、CBS が提示する 2020 年の夜間人口に流入人口を含めたゾーン別人口分布を準備し、それを基に、発生量モデルと分布モデルを算定した。その際、OD 表は 4 車種あるため、4 車種毎にパラメータを算出して推計した。

段階 ii) では、2020 年の流入人口を含んだゾーン別人口を i) で算出した発生量モデルに代入、その結果を分布モデルに代入、その結果である推計現況 OD 表を現況の道路ネットワークに配分した。配分結果の内、対象交差点付近のリンク交通量と 2020 年の観測交通量結果を比較して、モデルのキャリブレーションを行い、適切な再現性を確保できたため、これを改良版 TDF モデルとした。

段階 iii) では、改良版 TDF モデルに予測対象年度である 2030/2040 年の将来人口と将来の GDP と人口から算出した自動車登録台数を代入し、将来の OD 表を算出した。

その後、将来 OD 表を将来道路ネットワークに配分して、対象交差点付近のリンク交通量を推計した。さらに将来の経済成長に伴う分担率調整シナリオに沿って、配分結果に関して感度分析を行った。

4.2 TDF の枠組み

4.2.1 はじめに

本節では、TDF モデルの大幅な改良作業について説明する前に、目標年次、ゾーニング、社会経済データ及び道路網など、交通需要予測に必要な前提条件について説明する。

4.2.2 予測対象年度

(1) 需要予測で行う予測対象年度

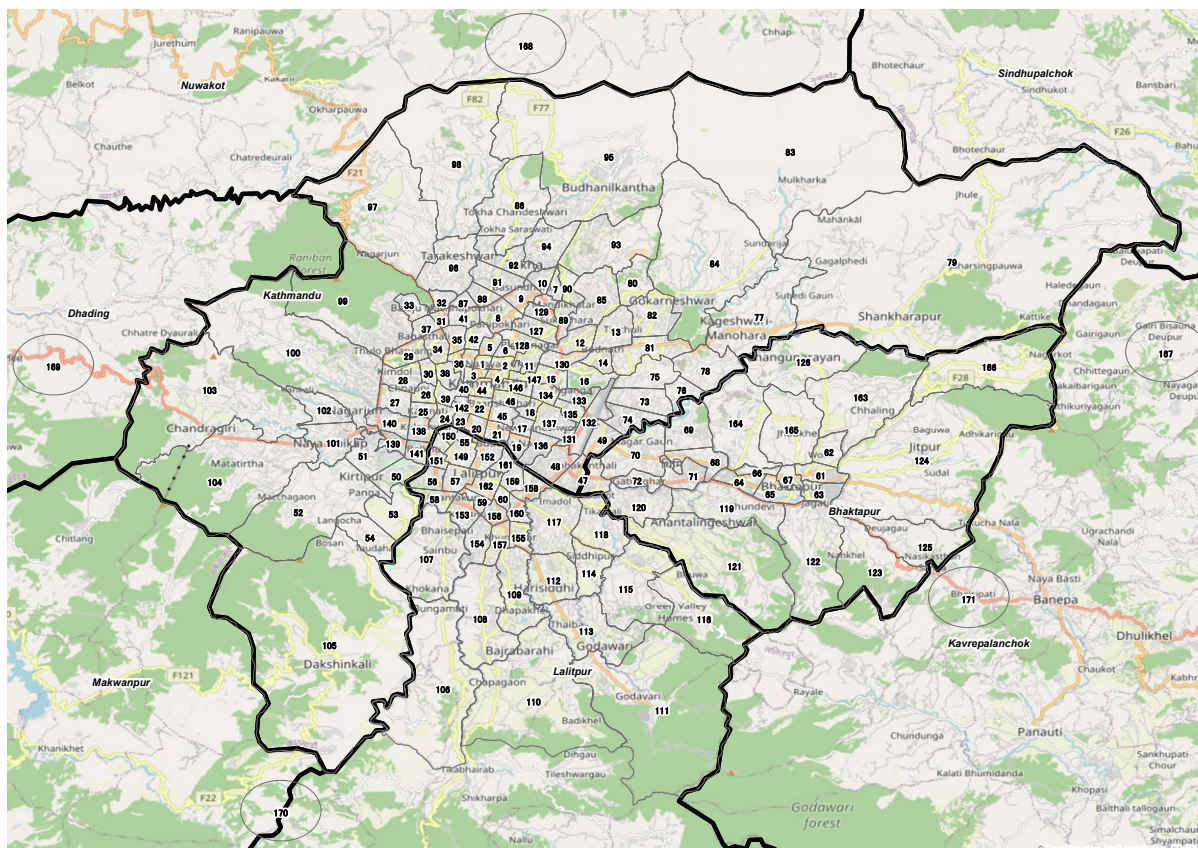
今後の交通需要は、KVDA が策定した人口 100 万人規模の ENCD プロジェクト（4.2.5(2)参照）や外環状道路（ORR）の建設、さらに ORR 沿線に位置する衛星都市開発等の新規プロジェクトの進捗により大きく変化する。そのため、あまり長期的な交通需要予測を行うことは意味がない。そのため本調査では、これらの新規事業が計画通り実施された場合の交通需要を予測した。プロジェクトの施設規模を決定する予測目標年に柔軟に対応するため、改良版 TDF モデルでは 2030 年と 2040 年を予測できるようにし、必要なデータは内挿、外挿して推計した。

(2) 本プロジェクト策定のための予測年度

第 5 章で述べるとおり、本事業の施設規模を決定する目標年次は、この段階で想定した事業開始後 5 年後の 2033 年と、事業開始後 10 年後の 2038 年とした。また 経済分析に必要な 2048 年の予測も行った。

4.2.3 ゾーニング

本調査で用いるゾーニングは、2019 ADB-TA TDF モデルで採用された 171 ゾーンをそのまま用いることとした。図 4.2.1 にゾーン図を示す。



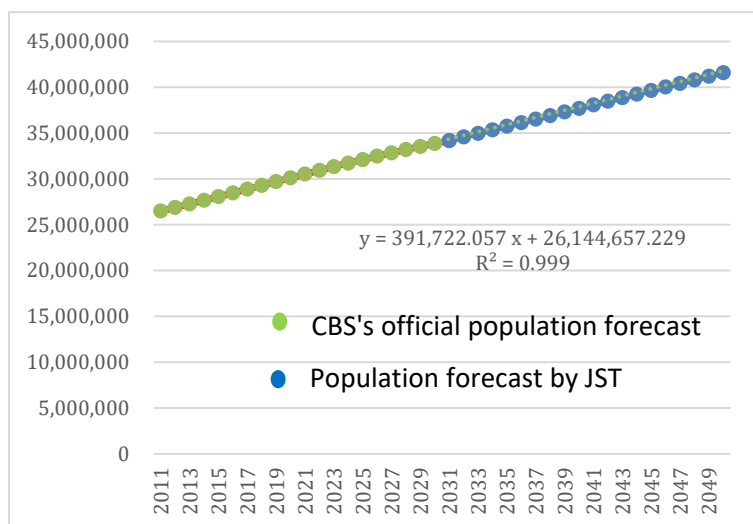
出典：調査団

図 4.2.1 ゾーン図

4.2.4 ネ国の将来人口

ネ国の将来人口は、CBS が 2011 年国勢調査結果を用いて予測した 2031 年までの将来人口の中位推計値を採用し、それ以降については、2031 年までの人口カーブに近似曲線を適用して推計した。なお、2021 年の国勢調査結果は、新型コロナの影響で調査が遅れており、本需要予測が実施された 2022 年 6 月時点ではまだ使用できなかった。

予測の結果、ネパール全国の 2050 年の人口は 4,159 万人となり、2020 年の人口 3,012 万人の 1.38 倍増となった。



出典：調査団

図 4.2.2 ネパールの将来人口

4.2.5 カトマンズ盆地の郡別人口

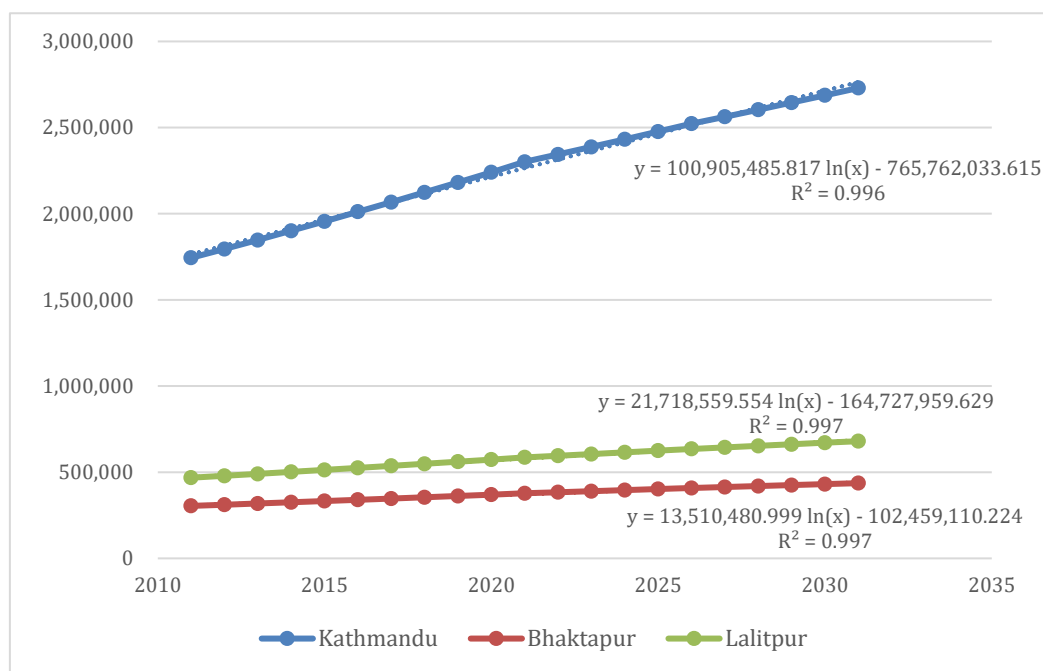
(1) トレンドによる人口推計

カトマンズ盆地は、カトマンズ、バクタプール及びラリトプールの 3 郡で構成されている。本調査では、CBS が予測した 2031 年までのカトマンズ盆地の郡別の中位人口（表 4.2.1 参照）を採用し、その後の将来人口は 2031 年までの人口に近似曲線を当てはめて推定した。（図 4.2.3 を参照）この結果、カトマンズ郡の人口は他の 2 郡に比べて高い人口増加率を示した。

表 4.2.1 CBS による 2031 年までの人口中位推計結果

District	2011	2016	2021	2026	2031
Kathmandu	1,744,240	2,011,978	2,300,890	2,522,103	2,729,056
Bhaktapur	304,651	340,066	377,660	408,472	436,553
Lalitpur	468,132	525,211	585,982	635,151	680,157

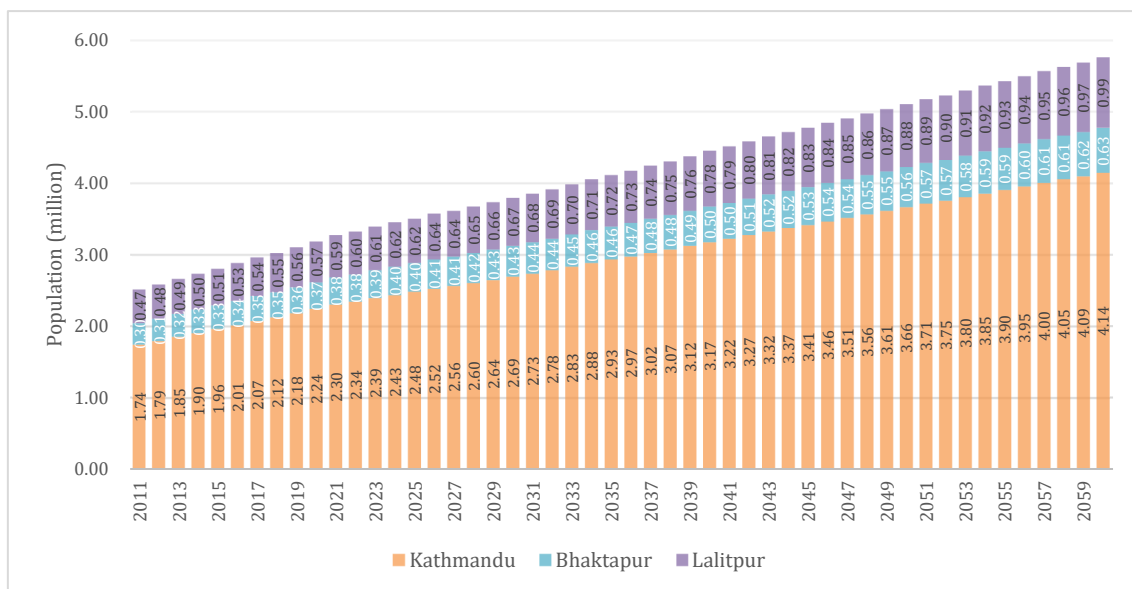
出典：CBS



出典：CBS

図 4.2.3 CBS によるカトマンズ盆地内 3 郡の人口の推移

2060 年のカトマンズ盆地の郡別人口は、カトマンズ郡で 414 万人、バクタプール郡で 63 万人、ラリトプール郡で 99 万人と推定され、2020 年の人口と比較して 1.7 ～ 1.9 倍に増加する。



注: 2031 年までは CBS 推計、2032 年以降が調査団による推計。

出典：：CBS および JST

図 4.2.4 郡別人口の推移

(2) 東部新都市開発 (ENCD) プロジェクトの影響

ENCD プロジェクトは、都市開発省 (MOUD) の下部組織であり、カトマンズ盆地内の都市開発を担当する KVDA によって計画された 4 つの新しい都市開発計画の 1

つである。 ENCD は、バクタプール郡のアラニコハイウェイの北側に計画人口 100 万人の新都市を創設する構想である。

本プロジェクトのマスタープランである「カトマンズ盆地新都市開発詳細プロジェクト準備計画（ENCD マスタープラン）」報告書は、2019 年 10 月にフィンランドのコンサルタントによって作成された。 ENCD マスタープランは、MOUD 大臣によって承認されたものの、財務計画（投資計画）は、新型コロナの影響と 2021 年の政権交代のため、2022 年 6 月現在、承認待ちとなっている。

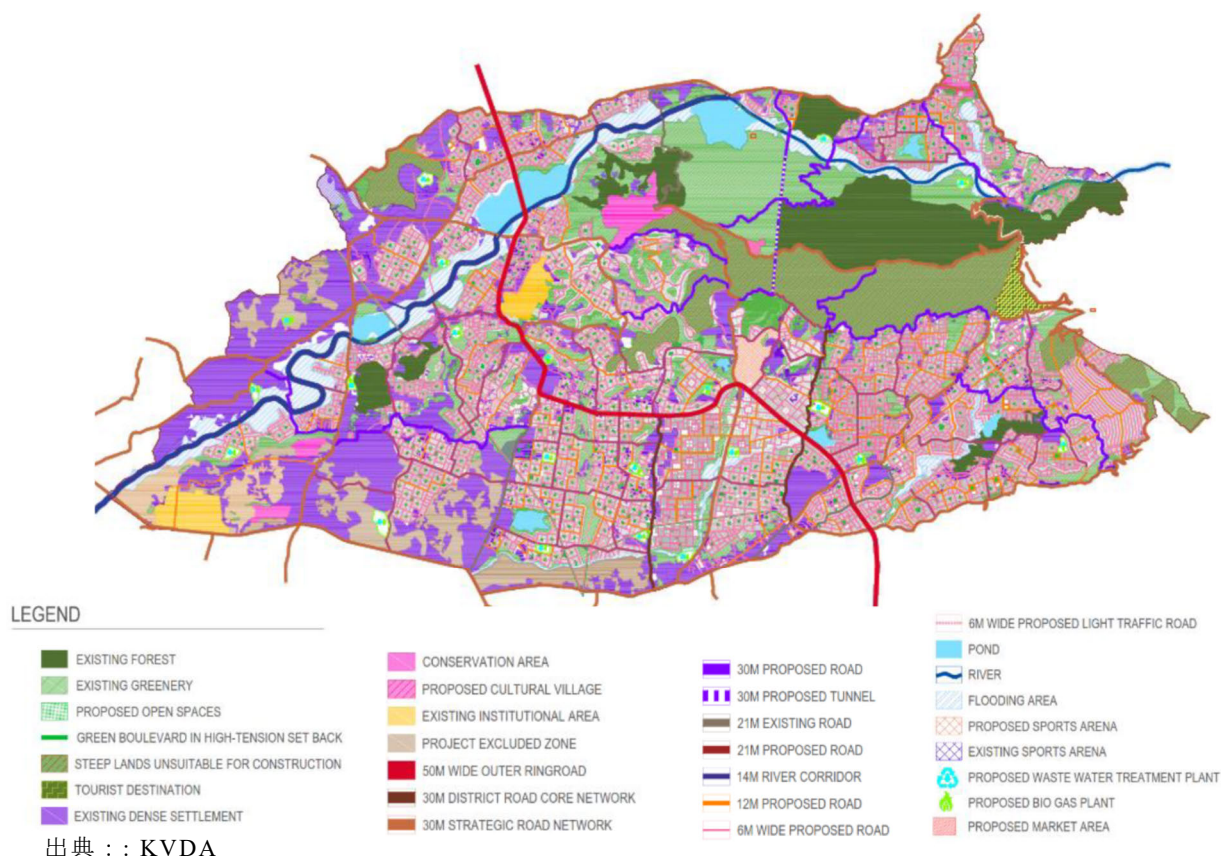


図 4.2.5 ENCD マスタープランの将来像

KVDA は、マスタープランが閣議で承認され、予算が確保され次第、計画を実行に移し、必要なインフラと住宅をできるだけ早く提供した後、2026 年に新都市への移住を開始するとともに、2060 年までに新都市の人口が 100 万人に達する計画を策定した。

KVDA が提示した 交通需要予測に必要な新都市開発に対する前提条件は、次のとおりである。（本項の改訂については 4.3（2）、（3）を参照）

- (I) 新都市に移住する人口は、2026 年に移住開始後、35 年間で 100 万人に達する。
- (II) 移住の目標としては、移住期間の 1/3 以内（2037 年まで）に計画人口の 60% が、移住期間の 2/3 以内（2048 年まで）に計画人口の 90%が居住する。

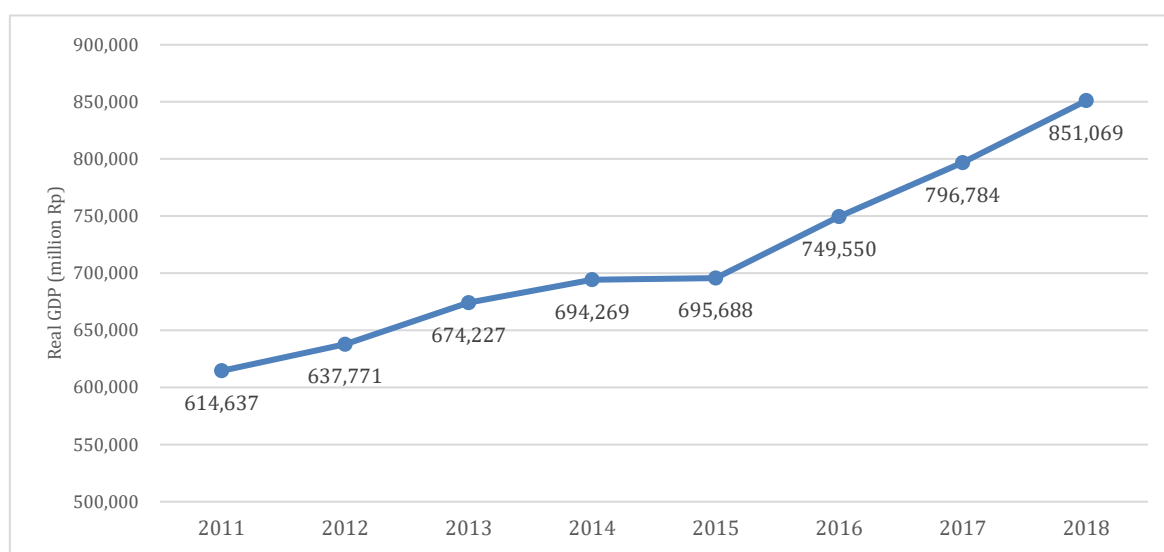
4.2.6 ゾーン別人口

調査対象地域内の交通分析ゾーン（TAZ）は 171 ゾーンに分割され、その位置図を図 4.2.1 に示す。

TAZ を集約することにより行政区画となる。大ゾーンレベルでは、カトマンズ郡、バクタプール郡、ラリトプール郡の 3 ゾーン、中ゾーンレベルでは 18 ゾーンに集約される。この中ゾーンレベルで CBS は、現況及び将来人口を示している。小ゾーンレベルでは TAZ の 171 ゾーンと設定しており、小ゾーン別人口は、中ゾーン別人口を小ゾーンの面積比で比例配分することで算出した。

4.2.7 GDP

CBS によると、2011 年から 2018 年までのネ国全国の実質 GDP の年平均成長率は、4.76%であった。（図 4.2.6 参照）このため、本調査では将来の成長率を 2019 年～2030 年で 4.5%、2031～2040 年で 4.0%、2041～2050 年で 3.5%と設定した。（表 4.2.2 参照）これにより 1 人当たりの GDP は、2020 年で 31,000 NRP (1.0 倍とする)、2030 年には 43,000 NRP (1.4 倍)、2040 年には 57,000 NRP (1.8 倍)、2050 年には 72,000 NRP (2.3 倍) に増加することになる。



出典：：CBS

図 4.2.6 実質 GDP の推移 (単位:100 万 Rp, 基準年:2000/21)

表 4.2.2 GDP と人口のシナリオ設定

FY	Real GDP (million Rp)	Estimated GDP (Million Rp)	AAGR	Population	GDP/capita (Rp)	Multiplying factor*
2011	614,637	-	4.76%	26,494,504	23,199	-
2012	637,771			26,875,445	23,731	
2013	674,227			27,264,592	24,729	
2014	694,269			27,660,775	25,099	
2015	695,688			28,062,832	24,790	
2016	749,550			28,469,460	26,328	
2017	796,784			28,879,636	27,590	
2018	851,069			29,291,746	29,055	
2019	-	889,367	4.5%	29,704,501	30,000	1.0 (base)
2020		929,389	4.5%	30,116,424	31,000	
2025		1,158,187	4.5%	32,104,281	36,000	
2030		1,443,312	4.5%	33,864,043	43,000	
2035		1,756,010	4.0%	35,742,327	49,000	
2040		2,136,455	4.0%	37,690,470	57,000	
2045		2,537,438	3.5%	39,638,613	64,000	
2050		3,013,680	3.5%	41,586,756	72,000	

注:*) 2020 年の 1 人当たりの GDP を 1 とした場合

出典：調査団

4.2.8 道路ネットワークと将来配分

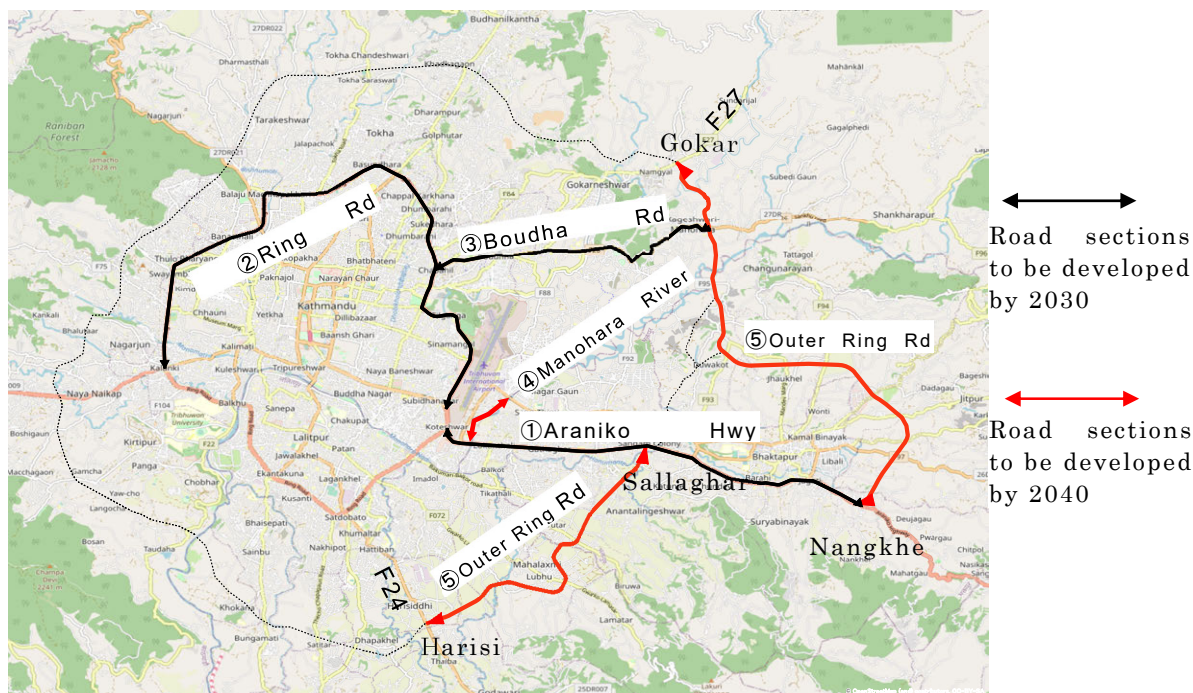
(1) 将来道路ネットワークの設定

2030 年までには、下記の黒線で示される幹線道路が拡張または新設されるものと設定する。

- ① アラニコハイウェイの 4 車線区間の 8 車線化
- ② 環状道路の 4 車線区間の 8 車線化
- ③ ボウダ道路の 2 車線区間の 4 車線化
- ④ ペプシコーラ道路の東側に位置するマノハラ川沿いの新規 2 車線道路

2040 年までには、下記の赤線で示される道路が新設されるものとする。

- ⑤ 外環状道路の 2 区間での新規 6 車線道路の整備：
 - i) F24 道路 (Satdobato-Godavari Road) と交差する Harisiddhi と、アラニコハイウェイにある Sallaghari 交差点までを結ぶ区間、
 - ii) アラニコハイウェイの右端にある Nangkhel から F27 道路 (Jorpati-Sundarijal Road) と交差する Gokarna までを結ぶ区間



出典：調査団

図 4.2.7 2030/2040 年までに整備される将来道路ネットワーク

(2) 配分方法

交通配分方法は、分割配分法を用いた。分割比率について、二輪車や乗用車は、道路の混雑状況に応じて多くの車両は様々なルートを選択できる一方、トラックやバスは多くの車両が最短ルートを選択できるように設定した。以下に、車種別の配分比率を示す。

- 二輪車と乗用車： 35%, 25%, 15%, 15%, 5%, 5%
- トラックとバス： 50%, 25%, 10%, 5%, 5%, 5%

(3) 配分ケース

本調査の配分ケースは、立体交差施設による交差点の改良が行われない場合をケース 0 とし、コテシヨールとティンクネ交差点での立体交差施設による改良シナリオ (ALT-1~4) に合わせて、ケース 1~4 と設定した。

以下に 4 つの立体交差改良シナリオ代替案について簡単に記す。

- ALT-1(RRS-RRN)：環状線の北と南側を立体交差で接続する案
- ALT-2(RRS-ARK Hwy North)：環状線の南側とアラニコハイウェイの北側を立体交差で接続する案
- ALT-3(ARK Hwy South -RRN)：アラニコハイウェイの南側と環状線の北側を立体交差で接続する案

- ALT-4(ARK Hwy South - ARK Hwy North) : アラニコハイウェイの北側と南側を立体交差で接続する案

表 4.2.3 立体交差別の代替案

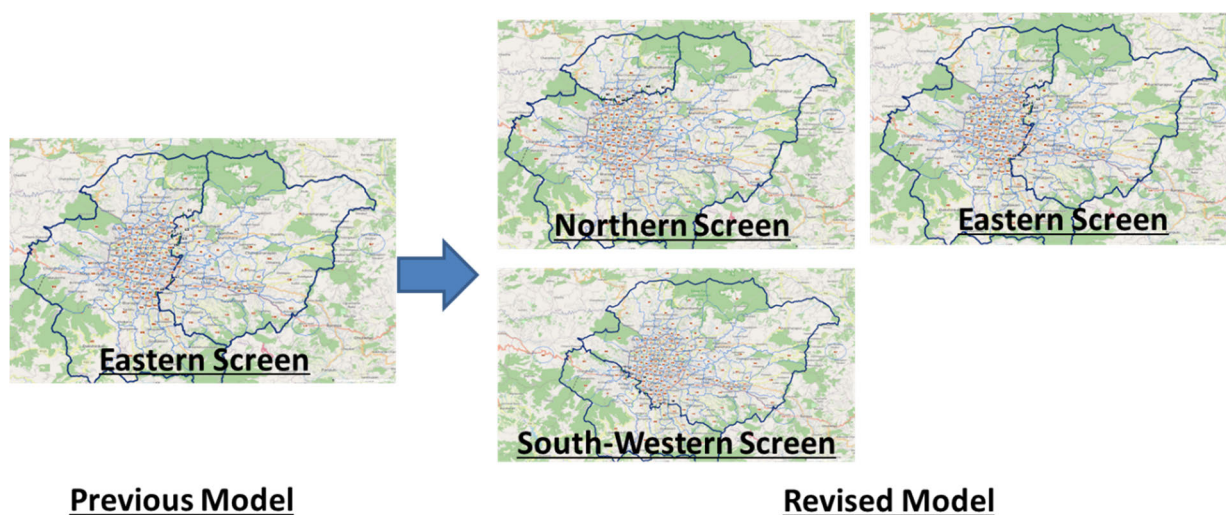
Alternatives	ALT-1	ALT-2	ALT-3	ALT-4
Image of grade separation road				
Case name	Case-1	Case-2	Case-3	Case-4

出典：調査団

4.3 改良版モデルに向けた主な修正

(1) 2020 年現況交通の 3 断面による再現性確認

改良前 TDF モデルの現況再現性の確保のため、調査団は当初、対象交差点がカトマンズ中央部の東側に位置しており、現況再現性の確保の面からカトマンズの東部と中心部・以西を分割するスクリーンラインを設定で十分であると考えていた。しかしながら、東部と中心部だけの交通だけでなく、すべての方面の交通の補正を行い、改良前 TDF モデルの精度を向上すべきとの指摘があったため、調査団は、3 本のスクリーンラインを設定し、改良前 TDF モデルを補正することにした。当初と修正後のスクリーンラインの位置を図 4.3.1 に示す。補正後のスクリーンラインは、東部、北部、南西部方面からカトマンズ中心部に出入りする交通流を把握するように設定した。



出典：調査団

図 4.3.1 スクリーンライン設定の推移

表 4.3.1 は、設定した 3 本のスクリーンラインを通過する観測交通量と、改良版 TDF モデルから算出された車種別の配分交通量の比較結果¹を示している。この結果を見ると、その差は 6% 以下であることから、改良版 TDF モデルは、十分な現況再現性があると考えられる。このチューニング作業の詳細は付録 4 に記載する。

表 4.3.1 改良版 TDF モデルで算出した OD 表の現況再現性の結果

		Counted Traffic volume				Estimated OD Volume				Comparison result	
		Directional Traffic Volume based on (A) (a)				Directional Traffic Volume based on (B) (b)				Rate (b/a)	
Total	E	1-2	1-3	1-4	total	1-2	1-3	1-4	total	5%	
		17,676	13,009	223,826	254,511	30,422	18,028	219,898	268,348		
	S	1-2	2-3	2-4	total	1-2	2-3	2-4	total	4%	
		17,676	4,074	166,925	188,675	30,422	11,642	153,642	195,706		
Bike	E	1-2	1-3	1-4	total	1-2	1-3	1-4	total	5%	
		10,269	6,334	95,926	112,529	14,420	8,308	95,404	118,132		
	S	1-2	2-3	2-4	total	1-2	2-3	2-4	total	3%	
		10,269	757	57,276	68,302	14,420	4,228	51,589	70,237		
Car	E	1-2	1-3	1-4	total	1-2	1-3	1-4	total	6%	
		3,065	1,940	60,416	65,421	6,328	4,370	58,801	69,499		
	S	1-2	2-3	2-4	total	1-2	2-3	2-4	total	5%	
		3,065	702	47,641	51,408	6,328	3,138	44,643	54,109		
Truck	E	1-2	1-3	1-4	total	1-2	1-3	1-4	total	6%	
		1,728	872	16,764	19,364	2,916	1,097	16,603	20,616		
	S	1-2	2-3	2-4	total	1-2	2-3	2-4	total	5%	
		1,728	859	24,398	26,985	2,916	1,569	23,871	28,356		
Bus	E	1-2	1-3	1-4	total	1-2	1-3	1-4	total	5%	
		2,614	3,863	50,720	57,197	6,758	4,253	49,090	60,101		
	S	1-2	2-3	2-4	total	1-2	2-3	2-4	total	2%	
		2,614	1,756	37,610	41,980	6,758	2,707	33,539	43,004		
	E	1-2	1-3	1-4	total	1-2	1-3	1-4	total	5%	
		3,863	1,756	21,746	27,365	4,253	2,707	21,038	27,998		
	S	1-2	2-3	2-4	total	1-2	2-3	2-4	total	2%	
		3,863	1,756	21,746	27,365	4,253	2,707	21,038	27,998		

注:2 行目に記載される数値 (1-2 等) は右図に示す地域 (1-4) 間の OD 表を示す。
出典: 調査団

(2) より精緻な 2020 年の流入人口の分布シナリオ

CBS は、2010 年の国勢調査の調査人口に基づき、2020 年のカトマンズ盆地 (KV) の市町村別・郡別の人口予測を発表した。前述の通り、CBS の 2020 年推計人口は実態よりも少ない可能性があり、流入人口 (表内では Floating Population : FP と表記) を加味して修正する必要があると考えられる。ADB-TA TDF モデルでは、CBS 推定

¹ 表の数字 1-4 は、下表の右図に示すように、それぞれ東部、南西部、北部、中央のゾーンを表し、数値はゾーン間 OD 量を示している。

人口の 30%を 流入人口として付加しているが、各ゾーンへの配分が不明確であった。調査団は、この 30%の流入人口の分布パターンを修正し、改良版 TDF モデルに適用した。

なお、流入人口の市町村・郡レベルへの分配は、近年の人口増加傾向（2010-2020 年）とスクリーンライン量に基づく地域別の近年の VT-OD 発生量に合わせて調整したため、2020 年の CBS とは人口比率が異なっている。これは、ラリトプールとバクタプールの両郡における最近のモータリゼーションを考慮したものである。

表 4.3.2 は、カトマンズ盆地 の 2020 年人口シナリオを修正したものであるが、流入人口が他の 2 郡よりもラリトプールに多く分布していることがわかる（郡別人口比率参照）。

表 4.3.2 2020 年の人口シナリオ設定

Seq	City and County	2010-CBS-Pop	2020-CBS-Pop	Area	PopDensity	2020 Scenario	
						Population	PopDensity
1	Kathmandu-Metrocitiy + Institutional	1,020,404	1,178,548	49.65	23,737	1,347,422	27,138
2	Budanilkantha	107,505	184,788	34.98	5,283	211,266	6,040
3	Chandragiri	85,611	103,442	43.86	2,358	118,264	2,696
4	Dakshinkali	24,297	20,977	42.72	491	23,983	561
5	Gokarneshwar	107,351	152,425	58.37	2,611	174,266	2,986
6	Kageshwari Manohara	60,237	86,246	27.37	3,151	98,604	3,603
7	Kirtipur	65,602	81,618	14.78	5,522	93,313	6,313
8	Nagarjun	67,420	103,981	29.89	3,479	118,880	3,977
9	Shankharapur	25,338	21,396	60.22	355	24,462	406
10	Tarakeshwar	81,443	133,657	34.92	3,828	152,809	4,376
11	Tokha	99,032	172,888	16.93	10,212	197,661	11,675
12	Bhaktapur + Institutional	87,695	93,004	6.56	14,177	133,601	20,366
13	Changunarayan	55,430	56,590	62.82	901	81,292	1,294
14	Madhyapur Thimi	83,036	123,605	11.03	11,206	177,559	16,098
15	Suryabinayak Municipality	78,490	96,623	42.71	2,262	138,800	3,250
16	Lalitpur Metropolitan City + Institutional	295,448	373,429	36.16	10,327	690,929	19,108
18	Godawari Municipality	78,301	81,408	96.51	844	150,623	1,561
20	Mahalaxmi Municipality	62,172	91,376	22.51	4,059	169,066	7,511
	Total (Σ1-21)	2,484,812	3,183,078	691.99	3,591	4,102,801	5,929
	KTM (1~11)	1,744,240	2,239,966	414	4,216	2,560,931	6,190
	Bakhtapur (11~15)	304,651	369,823	123	2,474	531,251	4,315
	Lalitpur (16~21)	435,921	546,212	155	2,809	1,010,619	6,513
	KTM (1~11)	70.2%	70.4%			62.4%	
	Bakhtapur (11~15)	12.3%	11.6%			12.9%	
	Lalitpur (16~21)	17.5%	17.2%			24.6%	

注：ゾーン 17/19/21 は実質的にカトマンズ盆地の外にある村落で、人口も小さいため、分析からは除外している。

出典：調査団

BOX: 2021 年国勢調査による人口速報値との比較

ネ国では、2020 年に国勢調査の実施が計画されていたが、コロナ禍の影響で 2021 年に延期された。調査団ではこの 2021 年国勢調査速報値（以下、速報値）を入手し、前述の 2020 年人口予測（CBS 予測値と本調査予測値）と比較を行った（表 4.3.1）。

表 4.3.1 2021 年速報値と 2020 年人口予測との比較

Seq	City and County	2010-CBS-Pop	2020-CBS-Pop	2021-Pre	2020 Scenario	Ratio of difference		Difference	
						2020CBS	2020 Scenario	2020CBS	2020 Scenario
1	Kathmandu-Metrocity + Institutional	1,020,404	1,178,548	845,767	1,347,422	excluded			
2	Budanilkantha	107,505	184,788	179,688	211,266	3%	18%	5,100	31,578
3	Chandragiri	85,611	103,442	136,928	118,264	-24%	-14%	-3,486	-8,664
4	Dakshinkali	24,297	20,977	26,744	23,983	-22%	-10%	-5,767	-2,761
5	Gokarneshwar	107,351	152,425	151,200	174,266	1%	15%	1,225	23,066
6	Kageshwari Manohara	60,237	86,246	133,327	98,604	-35%	-26%	-7,081	-4,723
7	Kirtipur	65,602	81,618	81,782	93,313	0%	14%	-164	11,531
8	Nagarjun	67,420	103,981	115,507	118,880	-10%	3%	-1,526	3,373
9	Shankharapur	25,338	21,396	30,414	24,462	-30%	-20%	-9,018	-5,952
10	Tarakeshwar	81,443	133,657	151,508	152,809	-12%	1%	-7,851	1,301
11	Tokha	99,032	172,888	135,741	197,661	27%	46%	37,147	61,920
12	Bhaktapur + Institutional	87,695	93,004	78,854	133,601	excluded			
13	Changunarayan	55,430	56,590	88,612	81,292	-36%	-8%	-2,022	-7,320
14	Madhyapur Thimi	83,036	123,605	119,955	177,559	3%	48%	3,650	57,604
15	Suryabinayak Municipality	78,490	96,623	137,971	138,800	-30%	1%	-4,348	829
16	Lalitpur Metropolitan City + Institutional	295,448	373,429	299,843	690,929	excluded			
18	Godawari Municipality	78,301	81,408	100,972	150,623	-19%	49%	-9,564	49,651
20	Mahalaxmi Municipality	62,172	91,376	118,710	169,066	-23%	42%	-7,334	50,356
							Sum	-46,899	100,008

注：一般の人口統計においてゾーン 1、12、16 では、「Institutional populations（制度上の人口）」を含んでいる。これは駐留兵舎、寮、刑務所など住民以外の人口であるが、2021 年センサス速報値ではこの Institutional populations は含まれていない。このため、上記比較では、上記 3 ゾーンは比較対象とはしない。なお、一般的には、Institutional populations は大都市においては比較的高い割合を占める。
出典：調査団、CBS 統計

比較結果として以下を示す。

速報値と 2020 年 CBS 予測値との比較では、2020 年 CBS 予測値が全般的に 20～30% 少なかった。これは流入人口分の差分と考えられる。

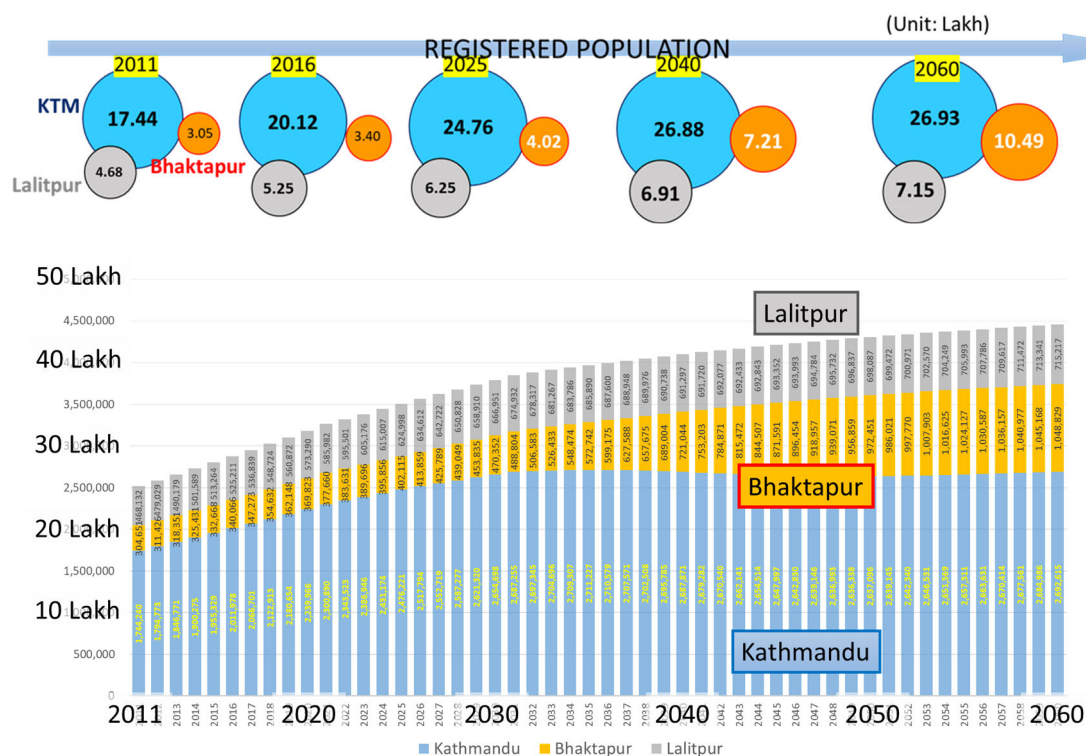
速報値と 2020 年本調査予測値との比較では、CBS 予測値よりも差異が小さかった。これは、本調査の予測シナリオの設定を正当化するものといえよう。

本調査の対象交差点近傍に位置するゾーン 14、15、18、20 の人口について、CBS 予測値は、速報値と比較し小さいが、他ゾーンは調査団予測値は、速報値に比べ大きい。

KVDA の都市開発対象地域であるゾーン 13、15、6 の人口について、ゾーン 13 及び 15 では、速報値に比べ CBS 予測値はかなり下振れし、一方で、調査団予測値は、良好な結果となっている。但し、ゾーン 6 について速報値の人口は両予測値よりもかなり大きい。これは、KVDA の都市開発による人口増の結果と考えられる。

(3) より精緻な 2030 年と 2040 年の流入人口分布シナリオ

調査団と KVDA は、図 4.3.2 に示すように、KVDA の郡レベルの長期人口予測を修正した。ADB-TA モデルにおける当初の人口シナリオは、ENCD による急成長を採用していたが、2040 年の当初目標から修正し、2060 年までに 100 万人の人口を ENCD 地域に移住させることを先延ばしすることで両者は合意した。図 4.3.2 は、カトマンズ盆地の 3 郡の人口増加シナリオを修正したものである。この緩やかな発展シナリオでは、i) KTM 郡への人口集中は、2030 年までに緩和される、ii) バクタプール郡の人口は、2030 年以降も増加し続け、図中の目標人口を達成する。なお、この人口シナリオには流入人口は含まれていない。



出典：調査団

図 4.3.2 KVDA による 2030 年と 2040 年の人口設定を元に算出した郡別人口

調査団は、流入人口を考慮した人口シナリオを策定した。流入人口の市郡レベルへの配分は以下の条件で規定されている；

- 1) 域内人口は、32,000 人/km² を超えないこと。
- 2) 人口密度に限界のある中山間地域への極端な人口配置を抑制する
- 3) 東部丘陵開発地域に多くの流入人口を配置する。

最終的なシナリオを表 4.3.3 に示す。最終的に、カトマンズ盆地全体の人口は、2030 年には 493 万人、2040 年には 534 万人となる。

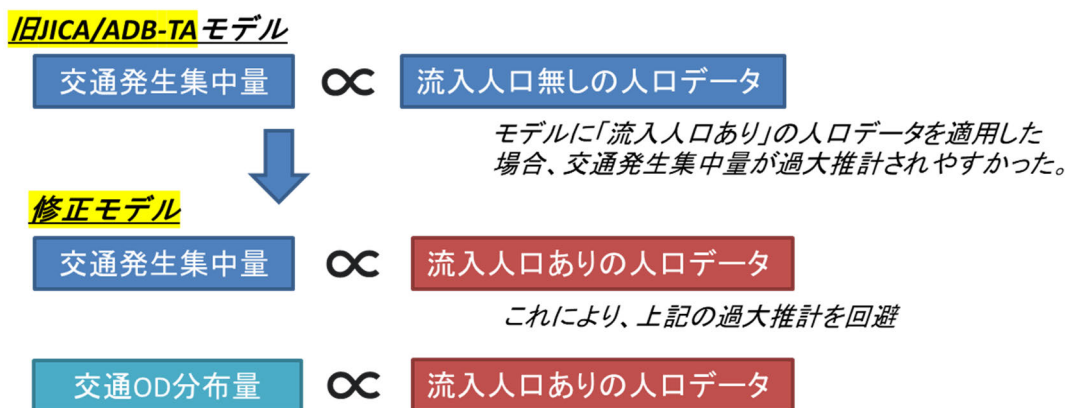
表 4.3.3 2030 年、2040 年を対象とした人口シナリオ

Seq	County	2020PopScenario	Area	Density	2030 Scenario		2040 Scenario	
					Population	Density	Population	Density
1	Kathmandu-Metrocity + Institutional	1,347,422	49.65	27,138	1,566,045	31,542	1,508,185	30,376
2	Budanilkantha	211,266	34.98	6,040	284,718	8,139	284,245	8,126
3	Chandragiri	118,264	43.86	2,696	157,868	3,599	157,613	3,594
4	Dakshinkali	23,983	42.72	561	23,983	561	23,983	561
5	Gokarneshwar	174,266	58.37	2,986	232,623	3,985	232,247	3,979
6	Kageshwari Manohara	98,604	27.37	3,603	164,220	6,000	218,960	8,000
7	Kirtipur	93,313	14.78	6,313	124,561	8,428	124,360	8,414
8	Nagarjun	118,880	29.89	3,977	161,394	5,400	161,120	5,390
9	Shankharapur	24,462	60.22	406	24,462	406	24,462	406
10	Tarakeshwar	152,809	34.92	4,376	206,684	5,919	206,337	5,909
11	Tokha	197,661	16.93	11,675	266,557	15,745	266,113	15,718
12	Bhaktapur + Institutional	133,601	6.56	20,366	135,388	20,638	183,702	28,003
13	Changunarayan	81,292	62.82	1,294	157,050	2,500	314,100	5,000
14	Madhyapur Thimi	177,559	11.03	16,098	192,057	17,412	272,352	24,692
15	Suryabinayak Municipality	138,800	42.71	3,250	170,396	3,990	271,432	6,355
16	Lalitpur Metropolitan City + Institutional	690,929	36.16	19,108	726,715	20,097	744,196	20,581
18	Godawari Municipality	150,623	96.51	1,561	158,425	1,642	162,236	1,681
20	Mahalaxmi Municipality	169,066	22.51	7,511	180,527	8,020	184,787	8,209
pop	Total (Σ 1-21)	4,102,801	691.99		4,933,674	7,130	5,340,430	7,717
pop	KTM (1~11)	2,560,931	413.69		3,213,115	7,767	3,207,625	7,754
	Bakhtapur (11~15)	531,251	123.12		654,892	5,319	1,041,587	8,460
	Lalitpur (16~21)	1,010,619	155.18		1,065,667	6,867	1,091,218	7,032
share	KTM (1~11)	62.4%			65.1%		60.1%	
	Bakhtapur (11~15)	12.9%			13.3%		19.5%	
	Lalitpur (16~21)	24.6%			21.6%		20.4%	

出典：調査団

(4) 発生集中量モデルと分布モデルの改良

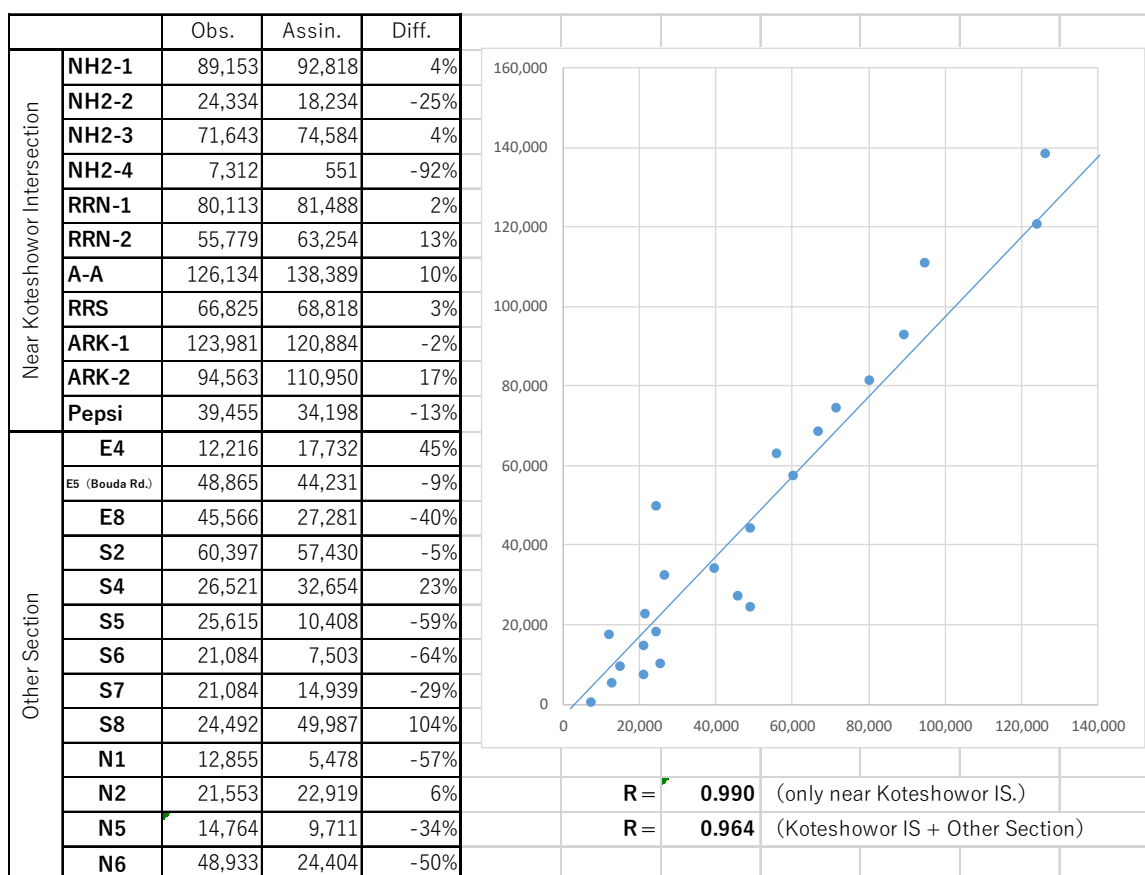
発生集中量モデルと分布モデルの主要な改良を図 4.3.3 で説明する。改良前 TDF モデルは 流入人口 を含まないゾーン人口を用いて構築されていた。そのため、流入人口を含むゾーン人口がモデルに入力された場合、予測交通量が多くなってしまう。そのため、両モデルとも流入人口を含むゾーン人口で再構築を行った。



出典：調査団

図 4.3.3 発生集中・分布モデルの修正

改良前 TDF モデルでは、現在パターン法を用いたが、このモデルではカトマンズ盆地の新規開発分の交通量を予測することはできないため、改良版 TDF モデルでは現在パターンモデルの代わりに重力モデルを採用した。図 4.3.4 は、修正モデル適用後の対象交差点とその周辺における 2020 年の配分交通量の現況再現性の確認結果を示している。



出典：調査団

図 4.3.4 対象交差点付近における観測交通量と予測結果の比較

コテシヨール交差点付近での相関係数は 0.990 であったことから、改良版 TDF モデルは高い現況再現性を持つことが証明された。

4.4 2030 年と 2040 年の交通需要予測

(1) 将来道路ネットワークの設定

調査団は、改良版 TDF モデルを用いて 2030 年と 2040 年の交通需要予測を行った。その際の将来道路ネットワーク整備シナリオは、前回と同様である。（詳細は 4.2.8 章を参照）

(2) 生成量予測結果の改良前モデルによる比較

図 4.4.1 は、総生成量と車種別生成量について、改良版 TDF モデルと従来モデルによる予測結果を比較している。

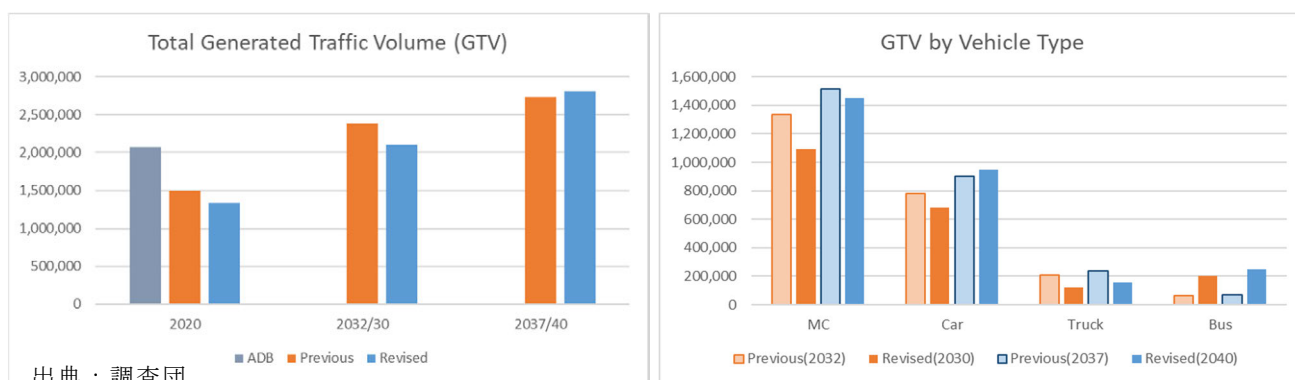


図 4.4.1 総生成量と車種別生成量での比較

比較の結果、以下のことが示唆された。

- 3 断面のスクリーンラインによる交通補正結果によると、改良版 TDF モデルによる 2020 年の総生成量は、改良前 TDF モデルや ADB-TA TDF モデルと比較して約 30% 減少した。
- 2032/30 年での総生成量を改良版 TDF モデルで算出すると、改良前モデルで算出した結果と比べて約 12% 減少したが、2037/2040 年ではほぼ同じ結果となった。
- 車種別生成量を見ると、オートバイ、乗用車及びトラックでは、改良版の方は少ないのに対して、バスでは多くなっている。

表 4.4.1 は、大ゾーンにおける改良前と改良版のモデルによる OD 表の比較を示している。表の上段は、左から順に、改良前の 2032 年 OD 表、改良版の 2030 年 OD 表、2 つの OD 表の差を示している。下段も同様に 2037 年の改良前後の OD 表と、その差を示している。

表 4.4.1 改良前と改良後のモデルで予測した大ゾーン間 OD 表とその差

	Previous						Revised						Difference (Revised-Previous)						
	1:East	2:South	3:North	4:Center	total		1:East	2:South	3:North	4:Center	total		1:East	2:South	3:North	4:Center	total		
2032/30	1	268,091	57,206	44,168	469,964	839,429	369,916	42,225	30,667	425,577	868,385	101,825	-14,981	-13,501	-44,387			28,956	
	2	0	36,483	8,010	314,566	359,059	0	25,983	6,857	276,298	309,138	-	-10,500	-1,153	-38,268			-49,921	
	3	0	0	2,075	197,312	199,387	0	0	1,581	149,868	151,449	-	-	-	-494	-47,444		-47,938	
	4	0	0	0	991,122	991,122	0	0	0	775,316	775,316	-	-	-	-	-215,806		-215,806	
	tot	268,091	93,689	54,253	1,972,964	2,388,997	369,916	68,208	39,105	1,627,059	2,104,288	101,825	-25,481	-15,148	-345,905			-284,709	
					Total Inner Traffic	1,297,771				Total Inner Traffic	1,172,796					Total Inner Traffic		-124,975	
					Ratio of Inner Traffic	54.3%				Ratio of Inner Traffic	55.7%								
				Total Traffic	1,091,226				Total Traffic	931,492					Total Traffic		-159,734		
2037/40		1:East	2:South	3:North	4:Center	total	1:East	2:South	3:North	4:Center	total	1:East	2:South	3:North	4:Center	total			
	1	341,575	67,348	55,614	552,278	1,016,815	721,031	60,010	43,420	594,760	1,419,221	379,456	-7,338	-12,194	42,482	402,406			
	2	0	42,020	9,500	351,662	403,182	0	30,055	7,819	310,100	347,974	-	-11,965	-1,681	-41,562	-55,208			
	3	0	0	2,516	227,688	230,204	0	0	1,841	169,715	171,556	-	-	-	-675	-57,973	-58,648		
	4	0	0	0	1,078,104	1,078,104	0	0	0	862,876	862,876	-	-	-	-	-215,228	-215,228		
	tot	341,575	109,368	67,630	2,209,732	2,728,305	721,031	90,065	53,080	1,937,451	2,801,627	379,456	-19,303	-14,550	-272,281	73,322			
					Total Inner Traffic	1,464,215				Total Inner Traffic	1,615,803					Total Inner Traffic		151,588	
					Ratio of Inner Traffic	53.7%				Ratio of Inner Traffic	57.7%								
				Total Traffic	1,264,090				Total Traffic	1,185,824					Total Traffic		-78,266		

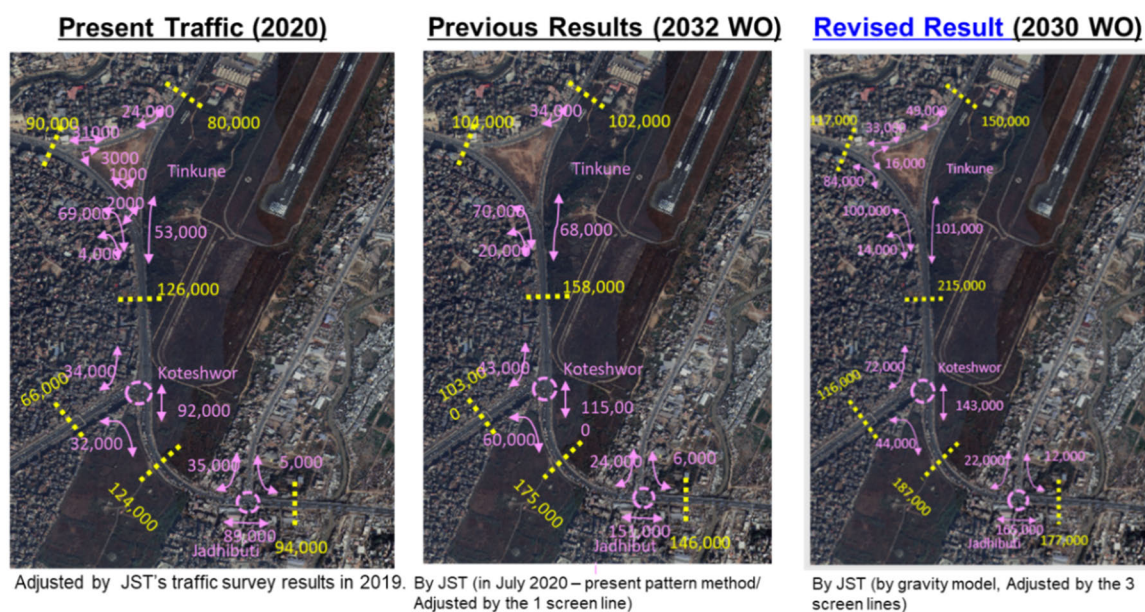
出典：調査団

この比較結果は以下のことを示唆している；

- 改良版 TDF モデルによる予測結果では、東部ゾーンの内々交通は増加するが、中央ゾーンの内々交通は大きく減少する。
- 一般に、中央ゾーン関連の交通の減少傾向は大きい。
- このような傾向は、改良版 TDF モデルで用いた各ゾーンの流入人口分布が異なっていることに起因すると考えられる。

(3) 対象交差点付近の配分結果の比較

図 4.4.2 は、改良版モデルによる 2030 年立体交差なしの場合の配分結果と、改良前モデルによる 2032 年の配分結果、2020 年の観測交通量結果を比較したものである。



(注) WO：立体交差施設が整備されていない場合

出典：調査団

図 4.4.2 対象交差点付近の配分交通量の比較

この結果は、以下のことを示唆している。

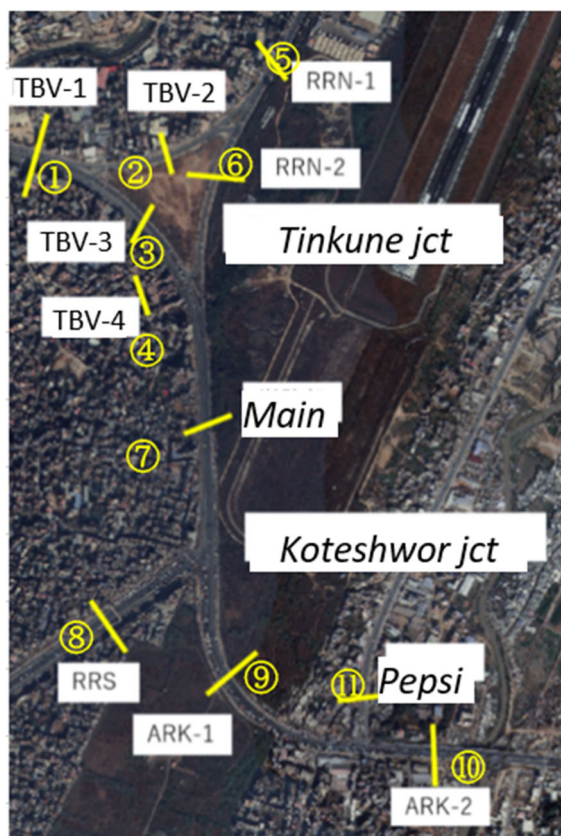
- 改良版 TDF モデルでは、重力モデルの適用による道路ネットワークの改良の影響を受けた交通量の変化を示している。
- 例えば、環状道路(RR)の北部の拡幅に伴い、交通量が 10.2 万台/日から 15 万台/日に増加することで、対象合流区間の交通量が 15.8 万台から 21.5 万台/日に増加と直接影響することになった。
- 同様にアラニコハイウェイの拡幅で、交通量は 14.6 万台/日から 17.5 万台/日に増加した。

表 4.4.2 は、2030 年と 2040 年の立体交差施設の整備なしのケースの配分結果を纏めたものである。図 4.4.3 は表 4.4.2 の交通量の位置を示したものである。

表 4.4.2 2030/2040 年で立体交差が整備されない場合の地点別配分交通量

		Traffic Volume[PCU/day]			Ratio			AAGR		
		2020	2030	2040	2030/20	2040/20	2040/30	2030/20	2040/20	2040/30
Intersections for Comparison	① TBV-1	92,818	116,166	145,528	1.25	1.57	1.25	2.27%	2.27%	2.28%
	② TBV-2	18,234	49,328	48,388	2.71	2.65	0.98	10.46%	5.00%	-0.19%
	③ TBV-3	74,584	100,868	128,846	1.35	1.73	1.28	3.06%	2.77%	2.48%
	④ TBV-4	551	14,069	16,600	25.53	30.13	1.18	38.26%	18.56%	1.67%
	⑤ RRN-1	81,488	150,285	160,658	1.84	1.97	1.07	6.31%	3.45%	0.67%
	⑥ RRN-2	63,254	100,957	112,270	1.60	1.77	1.11	4.79%	2.91%	1.07%
	⑦ Main	138,389	215,308	251,340	1.56	1.82	1.17	4.52%	3.03%	1.56%
	⑧ RRS	68,818	103,577	136,201	1.51	1.98	1.31	4.17%	3.47%	2.78%
	⑨ ARK-1	120,884	186,983	215,122	1.55	1.78	1.15	4.46%	2.92%	1.41%
	⑩ ARK-2	110,950	210,693	244,475	1.90	2.20	1.16	6.62%	4.03%	1.50%
	⑪ Pepsi	34,198	33,801	52,915	0.99	1.55	1.57	-0.12%	2.21%	4.58%

(注) AAGR: 年平均成長率
出典: 調査団



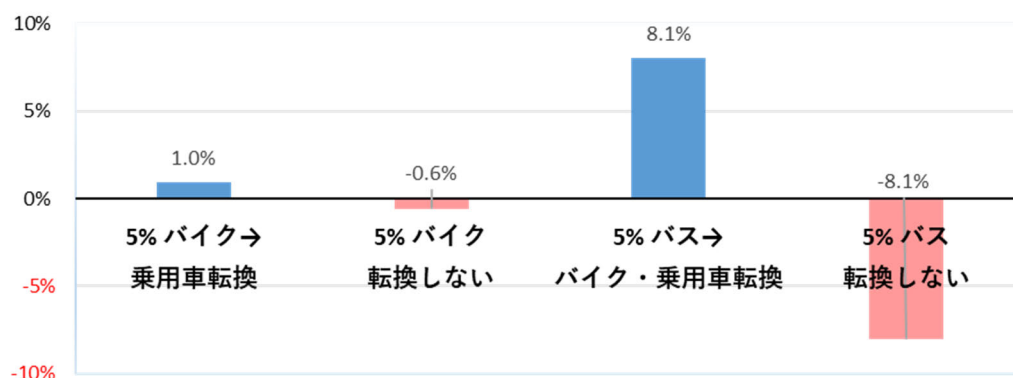
出典：調査団

図 4.4.3 配分交通量地点図

(4) 将来のモーダルシフトの影響

前述したように、将来の潜在的なモーダルシフトを考慮するため、調査団は、2030年と2040年の改良モデルによる対象交差点の車種別交通量のシェアを変化させる感度分析を行い、その影響を確認した。その際のシナリオと結果は以下の通りである。

- [バイクから自動車への転換が進み、対象年次には5%のバイク台数が自動車に転換する場合]：+1.0%のpcu交通量の増加
- [バイクから自動車への転換が遅れ、対象年次には想定よりも5%のバイク台数が転換されず維持される場合]：自動車交通が若干減少するのみで、殆ど変わらない。
- [バスからバイク・自動車への転換が進み、想定よりもバス交通が5%減少する場合]：pcu交通量は、8.1%増加する。
- [バスからバイク・自動車への転換が進まず、想定よりもバス交通が5%増加した場合]：pcu交通量は8%減少する、



出典：調査団

図 4.4.4 モーダルシフトの影響に基づく交通量増減

上記の結果から、下記が提言できる。

- バイクから乗用車への転換については全体の交通量（pcu）に大きな影響を及ぼさない。
- 一方で、バス利用者からバイクや乗用車への転換は、交差点の交通量に与える影響が大きく、現状のバス交通サービスレベルを維持する必要がある。

4.5 改良版 TDF モデルと需要予測結果の妥当性

これまでの議論から、改良版 TDF モデルによる将来の交通需要予測結果の妥当性について述べる。

- 交通量の伸び率は、一般に GDP の年平均成長率と人口の年平均成長率の中間程度になる。本調査の改良版 TDF モデルでの 2020 年から 2040 年までのカトマンズ盆地全体の交通量の伸び率は、同期間の GDP の年平均成長率 4.5%、人口の年平均成長率 1.33% の中間である 3.7% となっており妥当である。
- 交通流動パターンは、人口予測とその分布プロセスを通じて分析された人口変化の傾向が良く反映されている。（例えば、カトマンズ市内では、人口が飽和するため、特に中心部の交通量の伸びが減少する傾向がみられた）
- 改良版 TDF モデルでの重力モデルの採用や、ENCD 地区への大規模の流入人口の配置によって、対象交差点付近の交通流への影響が反映された。
- 将来のモーダルシフトの影響に関する分析によると、バイクから乗用車へのモーダルシフトは、PCU 換算交通量にはあまり影響を与えないが、バスからバイク・乗用車へのモーダルシフトは大きな影響を与えることが確認できた。

また、ENCD が将来の人口配置に影響を与え、結果としてカトマンズ盆地全体の交通に大きな影響を与えることになるため、ネ国政府はその進捗状況を注意深く監視する必要があると言える。

5章 優先事業選定のための前提条件の妥当性の検証

5.1 優先事業選定の背景

5.1.1 環状道路上の交差点における近年交通量からの考察

環状道路上の主要交差点群において、DOR 及び JICA 調査団が測定した道路交通量を図 5.1.1 にまとめた。この図は、環状道路上に位置する北から時計回りに A)～G)までの 7 交差点について、信号導入評価のために、各交差点の交通量を DOR が計測結果を示したものである。青矢印は、放射方向の交通量で、緑矢印が環状方向の交通量（pcu 換算値、白字は DOR 2018-19 年実測値、赤字は JICA MP 2017 年調査から外挿した推計値）である。



出典: DoR による調査結果 及び JICA MP

図 5.1.1 環状道路上主要交差点群の交通量

主要交差点群の環状方面、放射方面及びそれら合計の交通量（pcu）を表 5.1.1 に示した。その中で合計交通量が最も大きいのは、本調査の対象となった C) ティンクネ-コテシヨールの交差点である。

表 5.1.1 環状道路上主要7交差点上の交通量(2018/19)

(単位：pcu/日)

#	Junction Name	Circular Direction	Radial Direction	Total
A)	Naraya Gopal	72,089	44,270	116,359
B)	Chabahil	72,089	49,075	121,164
C)	Tinkne-Koteswor	59,518	90,582	150,100
D)	Satdobato	59,518	56,555	116,073
E)	Balkhu	46,869	21,585	68,454
F)	Kalanki	35,485	60,400	95,885
G)	Balaju	58,512	22,711	81,223

出典: DOR による調査結果 及び JICA MP

各方面の交通特性について以下が考察される。

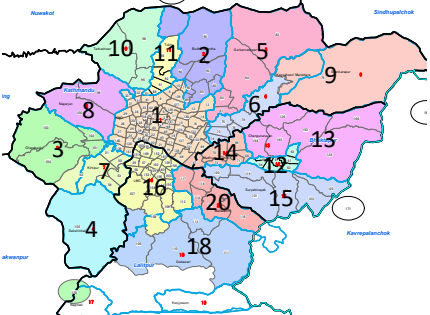
- A)及び G)について、環状方面交通量が多いものの、後背地が小さいため、放射方向の交通量の伸びは鈍い。
- B)は、後背地は広いものの、放射方向の将来道路拡幅仕様が低く（現状2車線を4車線へ）、今後の後背地の開発も C)、D)と比較して進捗していない。
- E)は後背地が狭く、F)のカランキは既に立体交差化が実施済である。
- C)、D)は、それぞれ後背地が広く、今後の開発計画もあるが、特に C)は、東部開発計画の規模が大きく、将来の交通量の伸びは大きい。
- また、D)周辺に比べ、C)は北側に空港があるため、アラニコハイウェイ及びボウダ道路に続く、カトマンズ市中心にアクセスする新規道路の整備が困難であり、道路容量の大きいアラニコハイウェイ、ひいては C)交差点に交通量が集中する傾向にある。

5.1.2 カトマンズ盆地内の近年の人口増加率からの考察

表 5.1.1 の補足情報として、カトマンズ盆地における現状人口の増加傾向と将来シナリオについて表 5.1.2 に整理した（詳細は 4 章でも記載）。まず、左側の表に、カトマンズ盆地における行政区レベルの 2010 年人口と 2020 年のフローティング人口を含めた予測値（2020 年人口の最終値は、CBS から未発表）を示している。また、2010～2020 年間の伸びと純増分を示している。表中 Location の列は、A)～G)までの交差点へ流れると想定される行政区、また、右側の地図は、各行政区のカトマンズ盆地内の位置を示している。

表 5.1.2 カトマンズ盆地内行政区別の人口増加傾向

Seq	Med-Zone	Location	CBS_Pop_2010	Sce_pop_2020	AAGR-2010-2020	Net Growth
1	Kathmandu-Metrocity + Institutional	inside	1,020,404	1,347,422	3.14%	327,018
2	Budanilkantha	A	107,505	211,266	7.80%	103,761
3	Chandragiri	F	85,611	118,264	3.66%	32,653
4	Dakshinkali	E	24,297	23,983	-0.14%	-314
5	Gokarneshwar	A	107,351	174,266	5.53%	66,915
6	Kageshwari Manohara	B	60,237	98,604	5.63%	38,367
7	Kirtipur	E	65,602	93,313	3.99%	27,711
8	Nagarjun	F	67,420	118,880	6.50%	51,460
9	Shankharapur	B	25,338	24,462	-0.39%	-876
10	Tarakeshwar	G	81,443	152,809	7.24%	71,366
11	Tokha	G	99,032	197,661	7.98%	98,629
12	Bhaktapur + Institutional	C	87,695	133,601	4.79%	45,906
13	Changunarayan	C	55,430	81,292	4.35%	25,862
14	Madhyapur Thimi	C	83,036	177,559	8.81%	94,523
15	Suryabinayak Municipality	C	78,490	138,800	6.54%	60,310
16	Lalitpur Metropolitan City + Institutional	inside	295,448	690,929	9.90%	395,481
18	Godawari Municipality	D	78,301	150,623	7.54%	72,322
20	Mahalaxmi Municipality	C	62,172	169,066	11.76%	106,894
Total (Σ 1-21)			2,484,812	4,102,801	5.73%	
KTM (1~11)			1,744,240	2,560,931	4.36%	
Baktapur (12~15)			304,651	531,251	6.37%	
Lalitpur (16~21)			435,921	1,010,619	9.79%	



#	Junction Name	Net Pop Growth 2010-2020
A)	Naraya Gopal	170,676
B)	Chabahil	37,491
C)	Tinkne-Koteshwor	333,495
D)	Satdobato	72,322
E)	Balkhu	27,397
F)	Kalanki	84,114
G)	Balaju	169,995

注記: ラリトプール郡内の 17, 19, 21 区 はカトマンズ盆地外に位置しているため除外してある。
出典: CBS 及び調査団

ゾーン別の増加傾向と交差点位置との関係を整理することで、今後の各交差点への交通集中の可能性を確認することができる。純増分は、1 と 16 ゾーンが大きい。ほとんどが環状道路内側に位置しているため、流入交通量増としてカウントできない。表 5.1.2 右下に交差点別の後背地での人口伸びを示したが、東部新都市開発の影響を受けて C) のコテシヨール-ティンクネ近辺での人口増が大きい傾向であることが見て取れる。

上述した考察結果より、現況交通量及び今後の都市開発に伴う将来交通集中を考慮すれば、環状道路周辺への立体交差施設導入はコテシヨール-ティンクネ交差点を優先対象とすべきであることが判る。

5.2 過去の JICA 調査で提案された2交差点改良事業の比較による妥当性検証

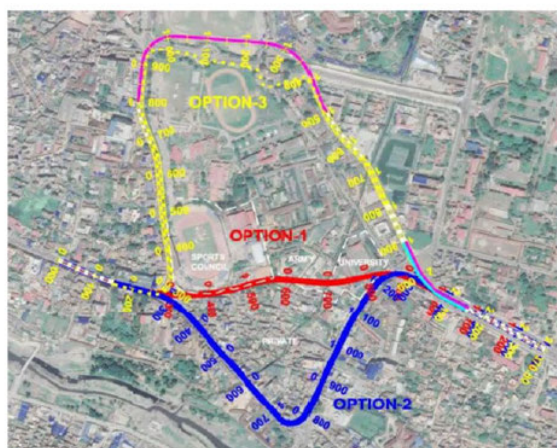
5.2.1 概要

情報収集確認調査において、現在の交差点飽和度及び将来的な交通需要が最も顕著と判断されたコテシヨール交差点及びティンクネ交差点の改良が中期施策として推奨された。一方、JICA が 2017 年に実施した「カトマンズ盆地都市交通改善プロジェクト」では、トリプレシヨールーマイティガール交差点（以下、「T-M 交差点群」）の改良が優先事業として提案されていた。

本章では、東部新都市開発を考慮して更新した交通需要予測結果を用いて、本調査対象であるコテシヨール及びティンクネ交差点の改良を中期施策として実施することに対する妥当性を再検証する。

5.2.2 トリプレシヨールーマイティガール交差点群の改良計画の概要

2017 年の「カトマンズ盆地都市交通改善プロジェクト」で提案された T-M 交差点群の改良計画を図 5.2.1 に示す。以下に示す 3 路線について、フライオーバーを整備に対する比較検討が行われている。マルチ・クライテリア評価による分析の結果、赤で示す代替案 1 が推奨案として提案された。



出典：JICA MP

図 5.2.1 T-M 交差点群におけるフライオーバーの路線案

5.2.3 優先事業確認のための検討方法

(1) 検討手法

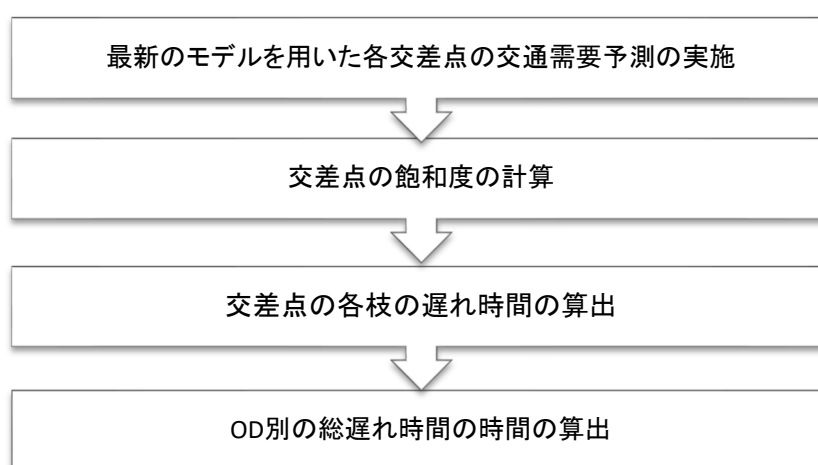
図 5.2.2 に、情報収集確認調査で優先プロジェクトとしたコテシヨール交差点群改良の検証手順を示す。

まず初めに、更新された交通需要予測モデルによつての各交差点の交通需要を推定した。これは、情報収集確認調査では、コテシヨール交差点は T-M 交差点よりも渋滞が激しいと評価されたが、当該業務における交通需要予測では、長期施策として鉄道整備を考慮している。本調査では、鉄道整備を考慮しない条件であり、再推計が必要となったためである。

次に、両交差点の渋滞状況を飽和度にて確認した。

その後、交差点各枝の「遅れ時間¹」を算出した。ここで優先事業の検証の評価指標として各交差点の遅れ時間を用いることとした。なぜなら、飽和度では、経済・社会活動への悪影響を適切に評価できないからである。例えば、a)交通容量 100pcu/day の交差点が 500pcu/day の交通を受け入れている場合、b)交通容量 1,000pcu/day の交差点が 5,000pcu/day の交通を受け入れている場合、a)と b)の V/C は 5 と同じであるが、後者の方が社会的悪影響は大きい。以上より、調査交差点における渋滞の程度を評価する指標として、交差点における交差点遅れ時間を用いる。

最後に、両事業とも複数の交差点を通過する連続立体化が提案されていることから、OD ペアごとの総遅れ時間を集計する。



出典：調査団

図 5.2.2 優先事業確認のための検討手法に関するフローチャート

(2) 検討条件

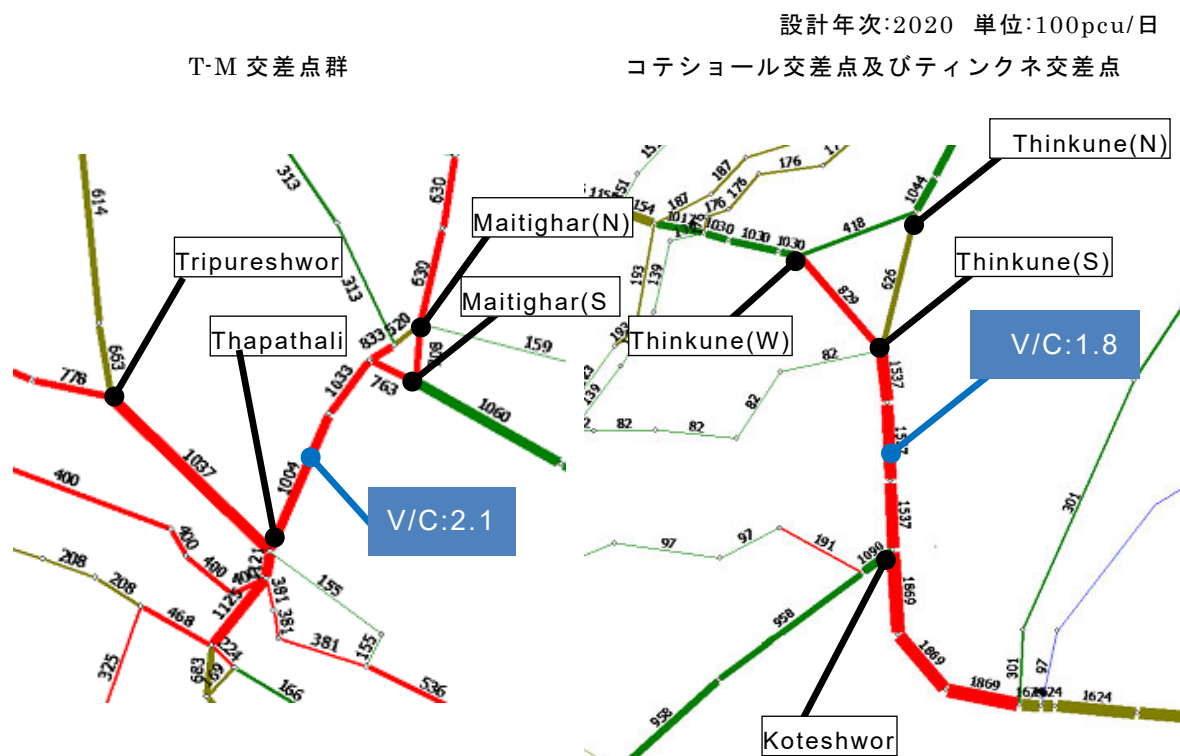
交通需要推計に当たっての条件は以下のとおりである。

- ✓ 設計年次：2020 年
- ✓ ピーク率：10%（情報収集確認調査と同条件）

¹ 遅れ時間とは、交差点を通過するにあたっての信号制御（赤時間）によって、発生する通過速度の減少を指す。

5.2.4 交通需要

更新したモデルに基づいた需要予測結果を図 5.2.3 に示す。情報収集確認調査における交通需要予測は、長期計画にて整備が予定されている都市鉄道の整備効果を考慮したものである。このため、カトマンズ中心市街地の自動車需要が大幅に減少し、T-M 交差点群の交通容量は飽和しなかった。しかし、本調査の交通需要予測では、鉄道事業効果を見込まない条件であるため、両交差点群ともに飽和することが確認された。



出典：調査団

図 5.2.3 将来交通需要推計結果

5.2.5 交差点交通容量の分析将来交通需要

(1) 各交差点の交通需要

更新したモデルにおける各交差点の方向別交通需要推計結果は表 5.2.1 のとおりである。

表 5.2.1 コテシヨール及びティンクネ交差点の方向別交通需要

ティンクネ交差点 西

Diagram of Tinkune intersection West showing traffic flows for Node=1377. Approaches are labeled 1207, N2, and 1392. Departures are labeled 90, 92, 370, 376, and 1207.

Node=1377

	1207	N2	1392
1207	0	37, 584	0
N2	37, 000	0	9, 000
1392	0	9, 234	0

ティンクネ交差点 北

Diagram of Tinkune intersection North showing traffic flows for Node=1392. Approaches are labeled 1207, 1377, and 7121. Departures are labeled 90, 92, 302, 370, 376, and 1207.

Node=1392

	1207	1377	7121
1207	0	0	30, 187
1377	0	0	9, 000
7121	33, 067	9, 234	0

ティンクネ交差点 南

Diagram of Tinkune intersection South showing traffic flows for Node=1207. Approaches are labeled 1406, 2363, 1377, and 1392. Departures are labeled 1406, 2363, 1377, 1392, 679, and 704.

Node=1207

	1406	2363	1377	1392
1406	0	175	37, 584	30, 187
2363	376	0	0	0
1377	37, 000	0	0	0
1392	33, 067	0	0	0

コテシヨール交差点

Diagram of Koteshirol intersection showing traffic flows for Node=7038. Approaches are labeled 2234, N1, and 1407. Departures are labeled 352, 435, 634, 679, 704, and 575.

Node=7038

	2234	N1	1407
2234	0	15, 764	47, 620
N1	14, 826	0	20, 326
1407	42, 674	27, 769	0

出典：調査団

表 5.2.2 T-M 交差点における方向別交通需要

マイティーガール交差点 北

<1097>					
	2115	7086	2460	7080	
2115	0	3,345	0	6,050	99
7086	0	0	0	0	0
2460	7,405	18,570	0	15,127	411
7080	643	27,994	0	0	296

80 504 0 2115

マイティーガール交差点 東

<7086>				
	7085	1068	1097	
7085	0	50,493	0	505
1068	0	0	0	0
1097	35,609	14,800	0	504

356 653 0

マイティーガール交差点 南

<1068>				
	7086	7087	2460	
7086	0	37,765	27,528	653
7087	0	0	39,956	400
2460	0	0	0	0

0 378 675

マイティーガール交差点 西

<2460>				
	1068	2461	1097	
1068	0	26,382	41,102	675
2461	0	0	0	0
1097	0	0	0	0

0 284 411

タパタリ交差点

<7088>					
	2170	2044	7055	7087	
2170	0	0	5,421	111	55
2044	0	0	31,502	22,518	540
7055	5,439	27,537	0	16,820	498
7087	110	22,109	14,294	0	365

35 496 512 394

トリプレシヨール交差点

<7055>				
	7088	1336	1337	
7088	0	19,068	32,149	512
1336	21,190	0	15,260	365
1337	28,606	16,721	0	453

498 358 474

出典：調査団

(2) 交差点遅れ時間の分析

1) 適応基準

交差点の遅れ時間の算出は、「平面交差の計画と設計 基礎編、交通工学会、2018 年」（以下、日本基準）及び米国「Highway capacity Manual, National Research Council, 2010」（以下 HCM）に基づいて算出する。

2) 遅れ時間の算出方法

不飽和状態の遅れ時間は、以下の式によって算出される。

$$D = \frac{sqR^2}{2(s-q)} = \frac{qR^2}{2(1-\lambda)}$$

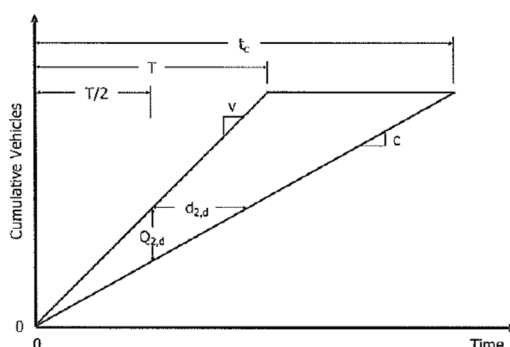
ここで、

- D: 遅れ時間(秒)
- s: 可能飽和交通流率(pcu/時)
- q: 交通需要(pcu/時)
- R: 全赤時間
- λ : 青時間／赤時間

過飽和状態における遅れ時間は、日本基準には記載されていないが、HCM では、図 5.2.4 における三角形の面積が理論上遅れ時間に相当するとしている。従って、遅れ時間は、以下の式によって算出できる。

$$\text{遅れ時間} = (v - c) \times \text{分析時間}(\text{時})^2 \div 2$$

- v: 交通需要(pcu/時)
- c: 交通容量(pcu/時)



出典：HCM2010

図 5.2.4 過飽和状態における交通需要および交通容量の累積

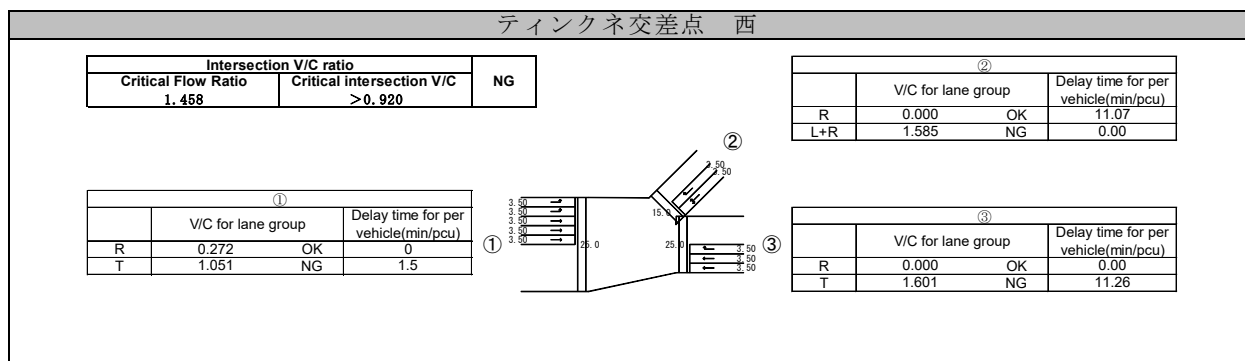
3) 分析結果

現在、T-M 交差点の渋滞時交通制御は、交通警察が手信号によって行っている。この状況を踏まえて、マイティガール交差点は、ラウンドアバウトとなっているが、信号制御された状態と仮定して遅れ時間を算出した。

図 5.2.5 から図 5.2.12 に以下の 3 項目の解析結果を示す。

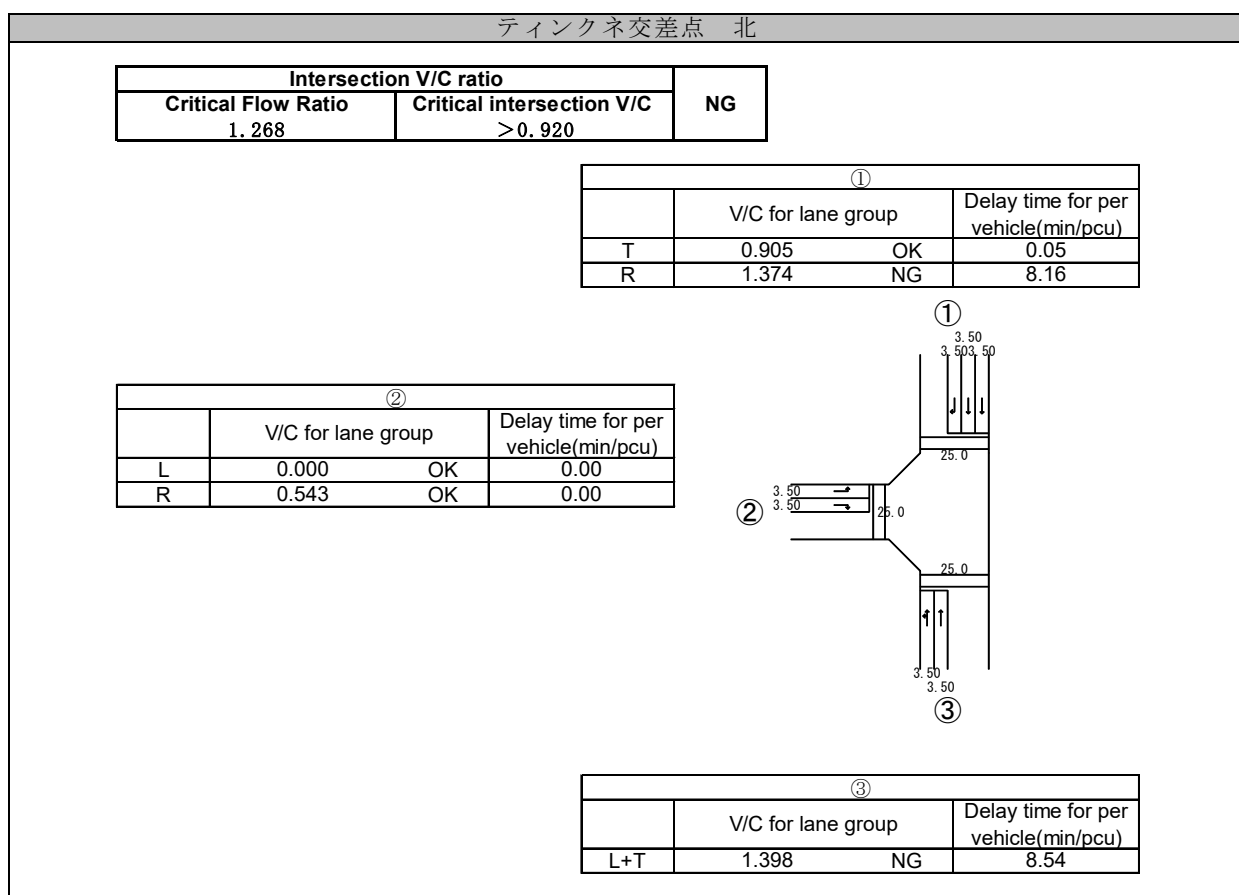
- 交差点需要率
- 各レーングループの交通容量比
- 車両 1 台当たりの遅れ時間

調査対象交差点では、すべてのケースで需要率は上限値を上回っており、すべての調査対象交差点が飽和状態にあることがわかる。



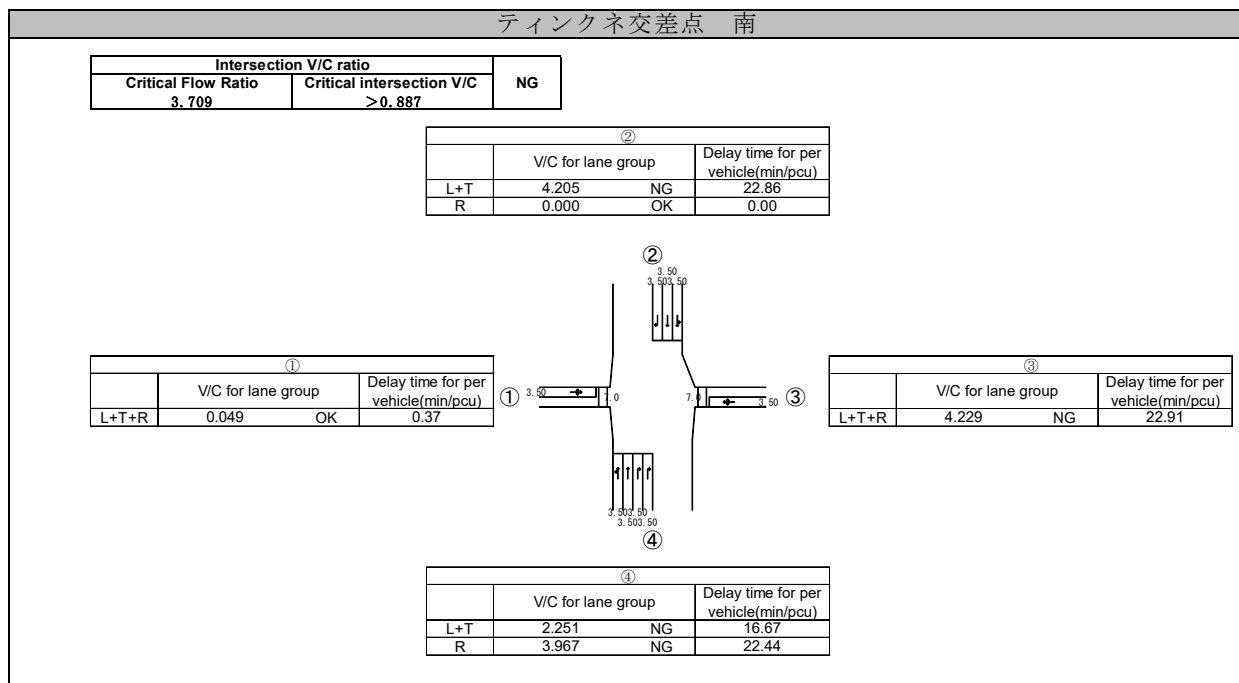
出典：調査団

図 5.2.5 ティンクネ交差点西の分析結果



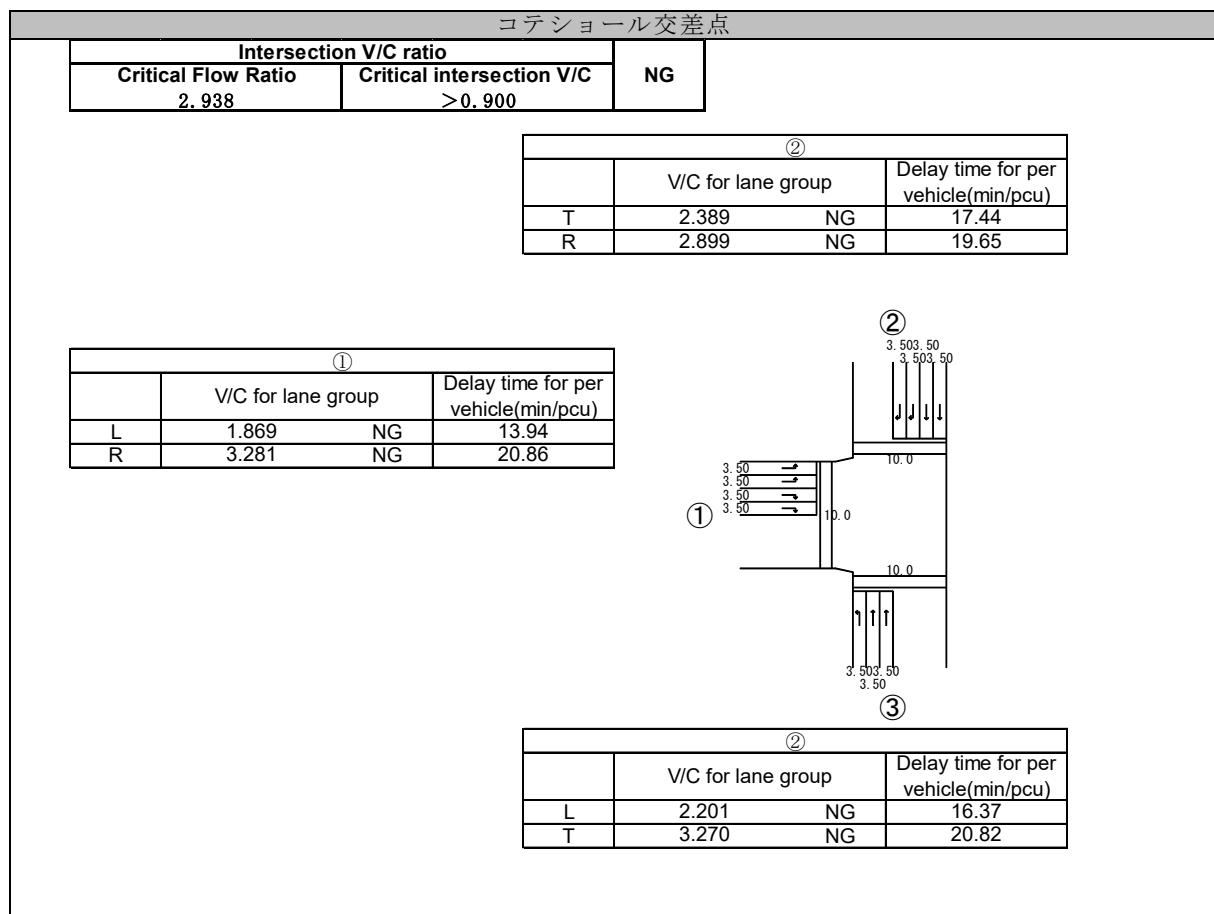
出典：調査団

図 5.2.6 ティンクネ交差点北の分析結果



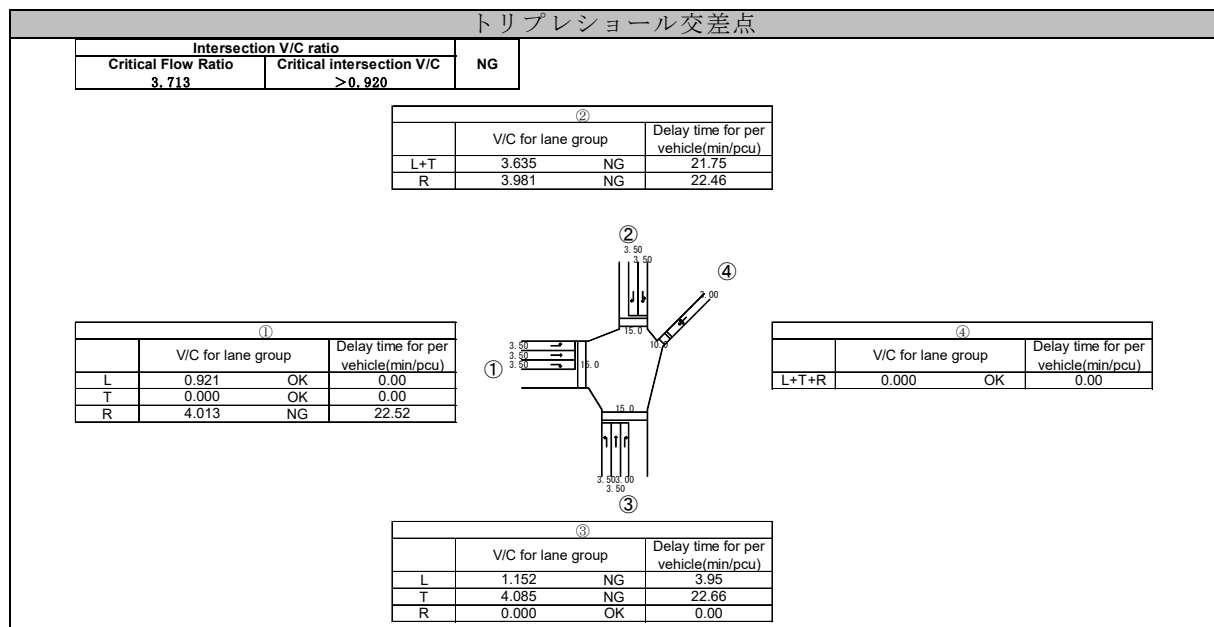
出典：調査団

図 5.2.7 ティンクネ交差点南の分析結果



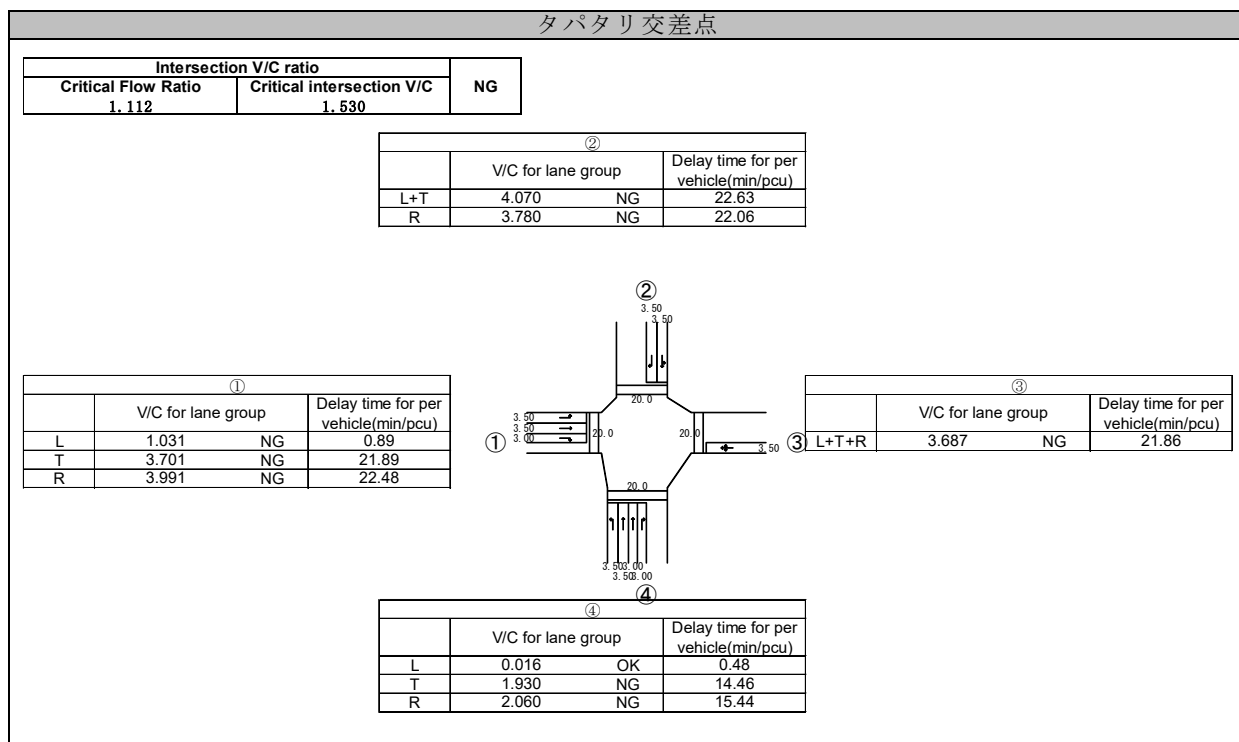
出典：調査団

図 5.2.8 コテシヨール交差点の分析結果



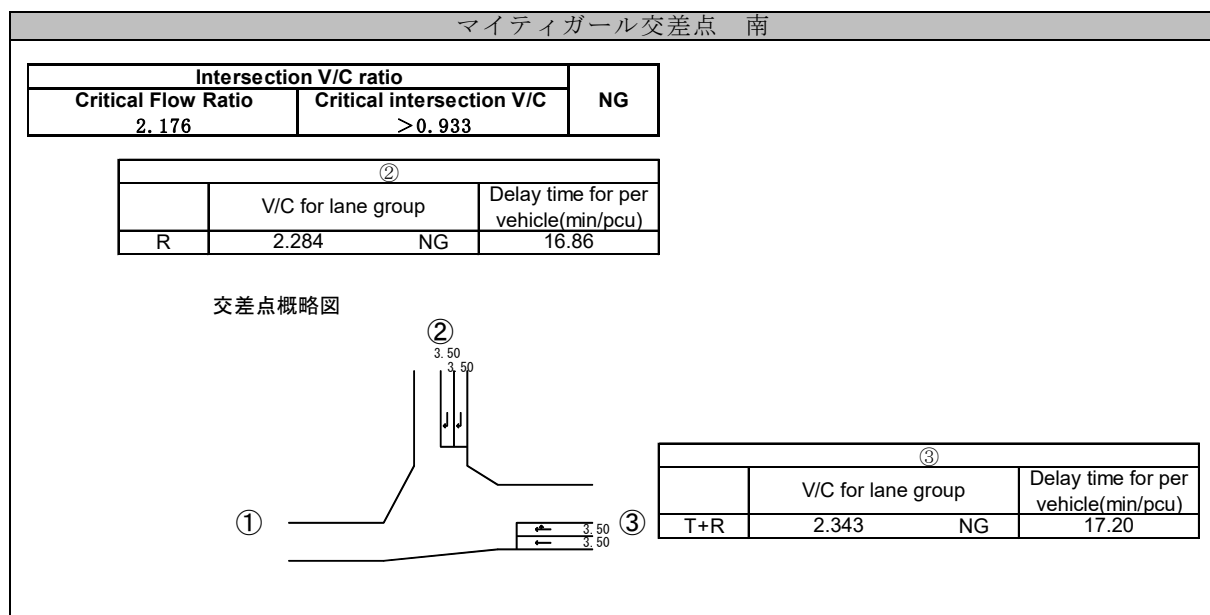
出典：調査団

図 5.2.9 トリプレシヨール交差点の分析結果



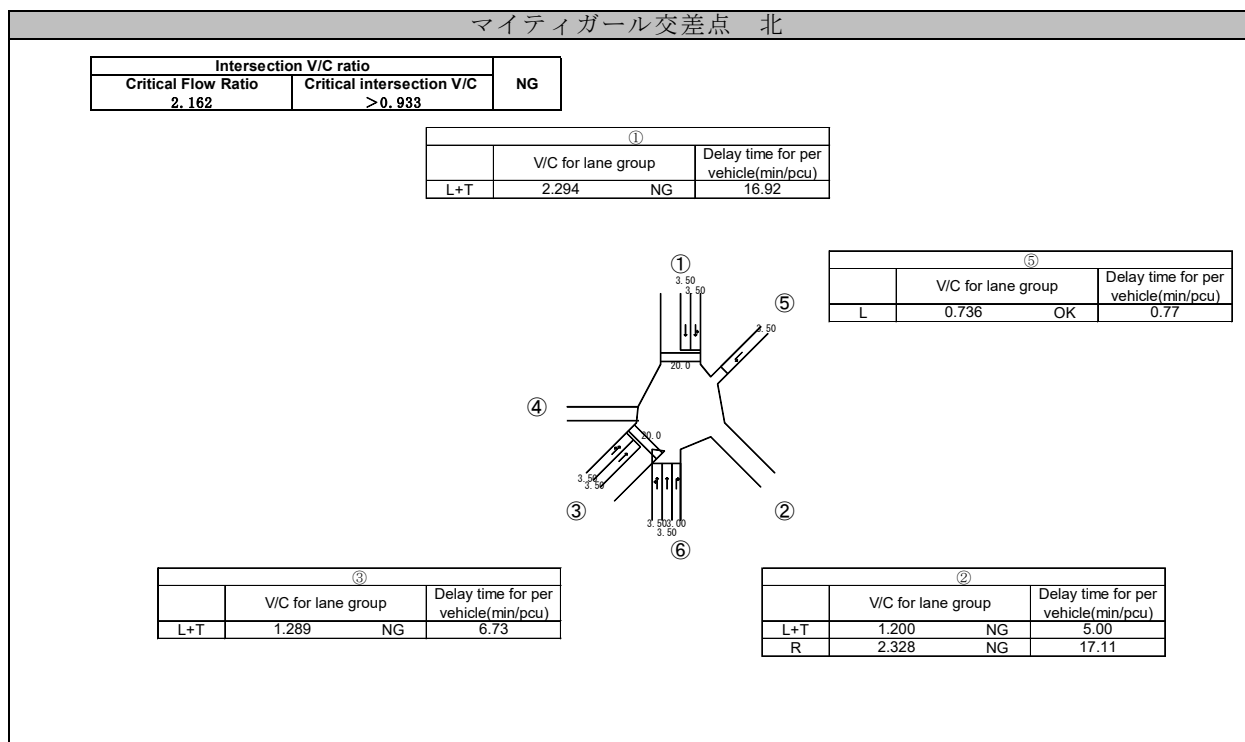
出典：調査団

図 5.2.10 タパタリ交差点の分析結果



出典：調査団

図 5.2.11 マイティガール交差点南の分析結果

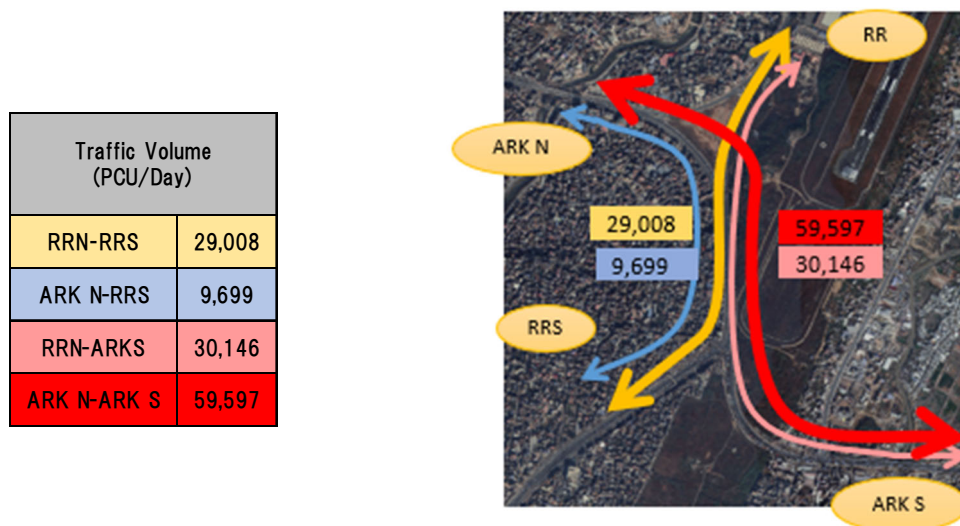


出典：調査団

図 5.2.12 マイティガール交差点北の分析結果

5.2.6 OD 別の総遅れ時間の時間の算出

図 5.2.13 及び図 5.2.14 に両事業対象交差点における OD 別の交通量を示す。



出典：調査団

図 5.2.13 コテシヨール及びティンクネ交差点における OD 別の交通量

Traffic Volume (PCU/Day)	
A-B	31,981
A-E	21,364
B-F	50,657
C-E	24,840
D-E	19,727
D-F	18,511
E-F	13,969

T-M 交差点のネットワーク



交通量 (単位 pcu/日)

*交通需要が 10,000pcu/日を超える OD のみ示している。

出典：調査団

図 5.2.14 T-M 交差点における OD 別の交通量

対象両交差点群の交差点解析を実施し、各交差点の OD 別一台当たり平均遅れ時間を算出した。その値に、方向別の推計交通量を掛け合わせて、通行区間別の総遅れ時間を算出した。その結果を図 5.2.15 に示す。

たとえば、コテシオール交差点では、アラニコハイウェイ北～アラニコハイウェイ南方向が最大で、総遅れ時間 4,009 時間/日である一方、T-M 交差点の最大値は、B～F 間の 3,434/日時間であるように、総じて、コテシオール交差点の方が、遅れ時間が多い傾向にある。また、各 OD の総計の遅れ時間についてコテシオール交差点のもの、T-M 交差点のものの約 2 倍となっている。したがってコテシオール交差点が事業対象として優先的な事業であると判断できる。

コ テ シ ヨ ー ル 及 び テ ィ ン ク ネ 交 差 点	Average Delay time (min/veh)										Total Delay time (min/peak hour)	Total Delay time (peak hour)
	Traffic Volume (PCU/Day)		Koteshwor		Thinkune(S)		Thinkune(W)		Thinkune(N)			
	Direction		Direction	Average	Direction	Average	Direction	Average	Direction	Average		
	N→S	29,008	N→S	18.7	0.1	11.2	-	0.0	0.1	4.3		
	S→N		S→N	19.0	22.4			8.5				
	2→S	9,699	2→S	18.7	22.9	19.8	6.4	-	-			
	S→2		S→2	19.0	16.7	11.3		-				
	N→A	30,146	N→A	10.5	0.1	11.2	0.0	4.3	0.1	1,532		
	A→N		A→N	19.4	22.4			8.5				
	N→A	59,597	N→A	10.5	22.9	19.8	5.6	0.0	0.0	240,536		
A→2		A→2	19.4	16.7			-	-	4,009			
Total												7,933

T-M 交 差 点	Average Delay time (min/veh)										Total Delay time (min/peak hour)	Total Delay time (peak hour)
	Traffic Volume (PCU/Day)		Tripureshwar		Thapathali		Maitighar(S)		Maitighar(N)			
	Direction		Direction	Average	Direction	Average	Direction	Average	Direction	Average		
	A→B	31,981	A→B	0.0	-	0.0	-	0.0	-	0.0		
	B→A		B→A	22.5	-		-		-			
	A→E	21,364	A→E	22.5	0.9	11.5	-	8.6	6.7	3.4		
	E→A		E→A	3.9	22.1	17.2						
	B→F	50,657	B→F	21.7	22.2	18.5	-	0.0	-	0.0		
	F→B		F→B	22.7	14.5		-		-			
	C→E	24,840	C→E	-	0.0	0.0	17.2	17.2	5.0	5.0		
E→C		E→C	-					16.9	11.0			
D→E	19,727	D→E	-	0.0	0.0	17.2	8.6	5.0	5.0			
E→D		E→D	-					16.9	11.8			
D→F	18,511	D→F	-	0.0	19.0	16.9	8.4	6.7	3.4			
F→D		F→D	-									
E→F	13,969	E→F	-	0.0	19.0	17.2	8.6	6.7	3.4			
F→E		F→E	-									
Total												3,496

コ テ シ ヨ ー ル 及 び テ ィ ン ク ネ 交 差 点	コ テ シ ヨ ー ル 及 び テ ィ ン ク ネ 交 差 点									
図	T-M 交差点									

図	コ テ シ ヨ ー ル 及 び テ ィ ン ク ネ 交 差 点									
	T-M 交差点									

図 5.2.15 OD ごとの遅れ時間

5.2.7 優先事業交差点の判断のための前提条件の妥当性の検証・確認

上述した交通需要予測結果を用いて交差点解析を行った結果、コテシヨール~ティンクネ交差点は、カトマンズ盆地内において最も渋滞状況が厳しいボトルネックとなっており、深刻な交通渋滞を緩和するために、交差点改良が急務であると判断できる。

- コテシヨール~ティンクネ交差点及び T-M 交差点ともに、交差点の交通容量を大きく超過する深刻な渋滞状況にあり、両交差点とも改良が必要であることが確認された。
- しかし、コテシヨール~ティンクネ交差点の方が渋滞による損失時間を多く発生させており、社会的影響や経済的損失が大きいため、T-M 交差点より優先すべき交差点である。

6章 設計条件

6.1 道路設計条件

6.1.1 プロジェクト対象道路

アラニコハイウェイ及び環状道路からなるプロジェクト対象道路（以降、プロジェクト道路）は、ネパール道路基準 2070 に基づき、国道（National Highway）あるいはクラス I または II に分類さる。クラス I 及び II 道路の設計速度は、地形状況の種類に応じて決定され、本計画道路が位置する平野部では、100～120km/h と定義されている。

計画道路は、現在、都市内道路として通勤や商業活動の基盤インフラとして機能している。また、カトマンズの中心ビジネス地区（CBD）内に位置しており、道路からバス停を含む沿道施設へのアクセスポイントが数多くあり、車両及び歩行者の両方による利用頻度が高い状況の道路である。また、「環状道路」と「アラニコハイウェイ」の重複区間は、交通集中により、プロジェクト道路の交差点、特にコテシオール交差点付近では慢性的な交通渋滞が発生している。

既存のプロジェクト道路の機能と役割を考慮すると、クラス I 及びクラス II に分類される道路であっても、設計速度を 100km/h 以上に設定することは現実的ではない。詳細については、以降に詳述する。

6.1.2 道路・交差点の目標サービスレベル

(1) 概要

道路・交差点の目標サービスレベル（以降、LOS : Level of Service と呼ぶ）、いわゆる走行水準は、移動速度と時間、交通挙動の自由度、交通阻害、ドライバーの快適性と利便性等、通行車両のパフォーマンスの観点から定義される。表 6.1.1 及び図 6.1.1 の交通状況を示した写真により、LOS と走行条件の関係を示す。

表 6.1.1 LOS の概要

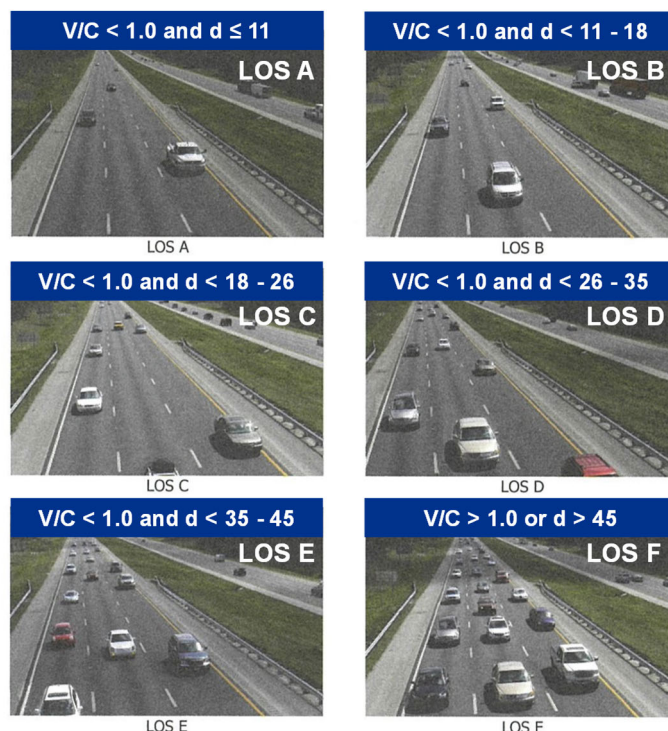
LOS	走行条件
A	Free flow
B	Reasonable free flow
C	Stable flow
D	Approaching unstable flow
E	Unstable flow
F	Forced or breakdown flow

出典: Highway Capacity Manual

(2) 目標 LOS の決定

ネ国基準では、道路・交差点の目標 LOS は、「B」と設定することが推奨されている。しかしながら、B に設定した場合、将来に対応するため多くの車線数が必要となり、過大設計に繋がる恐れがある。また、これは事業費の増大を招くことになる。

目標 LOS を設定するピーク時間は、1日のうちの数時間のみであり、その他の時間は交通量が減少し、LOS は改善することになるため、交通効率性、プロジェクトとしての合理性に配慮し、DOR との協議の結果、ピーク時間における目標 LOS を「D」に設定するものとした。



*V/C : Volume-to-Capacity Ratio
*d : Traffic Density (PCU/mile/lane)

6.1.3 基本設計条件

(1) 準拠基準

適用設計基準の決定に当たり、プロジェクト道路は、カトマンズの中心部の都市部に位置し、TIA の境界に隣接し、かつ、地形制約もあることから、以下の点を考慮する必要がある。

- Right of Way (ROW) の制約
- TIA の空域制限 (OLS : Obstacle Limitation Space)
- 既存道路、進行中のプロジェクト及び計画中のプロジェクトとの一貫性
- 歩行者の交通安全確保
- 事業費
- 環境社会影響
- プロジェクト完了後の近隣住民のアクセス性及び利便性の確保
- 適用可能な施工方法の検討

Nepal Road Standard 2070（以降、ネパール道路基準）は、ネ国にてこれまでに承認されている唯一の道路設計基準であるものの、都市部には適用できないとの記述がある。

一方、未承認であるものの、都市道路を対象とした設計基準“Nepal Urban Road Standard 2076”（案）（以降、ネ国都市道路基準）が存在する。しかしながら、この

基準でも「出入り制限された（ランプ等によりアクセスがコントロールされた）都市道路には適用不可」との記載がある。本プロジェクトの内容は、交差点立体化であり、整備される立体道路は、当然アクセスコントロールされることから、これらのネ国基準を適用できない。

そこで、現地の交通一般概況に対応するために、設計車両、建築限界及び歩道幅員は上記ネ国基準値を、ネ国基準では適用できない範囲、あるいは規定が無い基準値については、都市部における適用実績が豊富な日本基準及び米国基準（AASHTO）にて補完することとした。

(2) 設計速度

ネ国道路基準によれば、設計速度は道路区分によって定義されている。本プロジェクト道路は、100km/h から 120km/h の走行速度が許容されるクラス I に分類されるが、6.1.1 で述べたとおり、これらの設計速度を都市部で適用することは現実的ではない。

一方、ネ国都市道路基準は、適用される設計速度は 10km/h から最大で 50km/h である。これは、交通量、用地制約、地形条件等、都市部において現実的かつ適切な理由があるためである。

良好な道路線形を設定し、環境社会への影響を回避または最小化するため、柔軟に線形を調整可能な設計速度 50km/h とすることが妥当である。なお、既存環状道路も設計速度 50km/h が適用されていることもあり、路線の統一性確保の点からも、設計速度 50km/h とした。

(3) 基本幾何構造条件

上記の設計基準の比較結果と DOR との協議を経て、プロジェクト道路の基本幾何構造条件を表 6.1.2 のとおり設定した。コントロールポイントの制約の下で、事業規模が合理的となるよう、主に日本の基準で定められた項目を適用するものとした。

表 6.1.2 基本幾何構造条件

項目		ネパール道路基準 2070	ネパール都市道路基準 2076	日本	AASHTO	採用
Road Category		Class I or II	Arterial roads	Urban Road (Class4-1)	Urban Arterial Street	-
Design Speed (km/h)		120 or 100	<u>50</u>	40~60	30~75	50
Carriageway Width (m)		3.75 or 3.5	3.5	<u>3.25</u>	3.3	3.25
Shoulder Width (m)		0.75~3.75	0.5	<u>0.5</u>	0.6	0.5
Median Width (m)	Barrier Width	1.2~1.5	5.0	<u>1</u>	0.6	1
	Lateral Offset			<u>0.25</u>	0.6	0.25
Footpath Width (m)		2.5~ <u>3</u>	4.5	2~3.5	2.4	3
Design Vehicle (m)	Width	<u>2.5</u>		2.5	WB-12 ~ WB-19	Nepal Standard
	Height	<u>4.75</u>		3.8		
	Length	<u>18</u>		16.5		
Overhead Clearance (m)		<u>5</u>		4.5~4.7	4.3~4.9	5
Base Capacity	(pcu/day/lane)	8,750~10,000		-	-	Japan and AASHTO standard 2,300 PCU/h/lane
	(veh/day/lane)	-		12,000	-	
	(veh/h/lane)	-		2,200	2,200	
	pcu factor	In accordance with Nepal Standard				
	Peak Ratio	6.7%				
For Comparison	(pcu/h/lane)	875~1,000		<u>2,300</u>	<u>2,300</u>	
Target Level of Service (LOS)		B	-	-	C or <u>D</u>	D

出典: 調査団

プロジェクト道路の標準断面については、最低必要条件として縮小された車道幅員（3.25m）、路肩幅員（0.5m）、中央幅員（1.5m~2.0m、区間により異なる）とする。現況道路幅に余裕がある場合には、可能な限り標準幅員である 3.5m を適用する。

6.1.4 道路幾何構造条件

制動停止視距及び曲線部拡幅は、交通安全確保のためにネ国にて定められた値があることから、ネ国基準に従うものとした。その他の項目については、上記基本条件における横断構成要素（車道幅員、路肩幅員、中央帯幅員）との調和を図るため、主として日本の基準に準拠するものとした。

なお、日本の設計基準は、プロジェクト対象地域に類似した都市部の道路計画・設計に多く活用されていることから、設定した基準値は、コントロールポイント、地形制約等に応じて道路線形・構造を柔軟に調整・適合させることが可能である。ただし、ネ国の大型車両の性能・能力の低さを考慮し、縦断勾配については、最急値を他の基準よりも緩やかな 6.0% に設定した。

前述のプロジェクト道路の設計速度に基づき、表 6.1.3 に示す道路幾何条件を整理した。

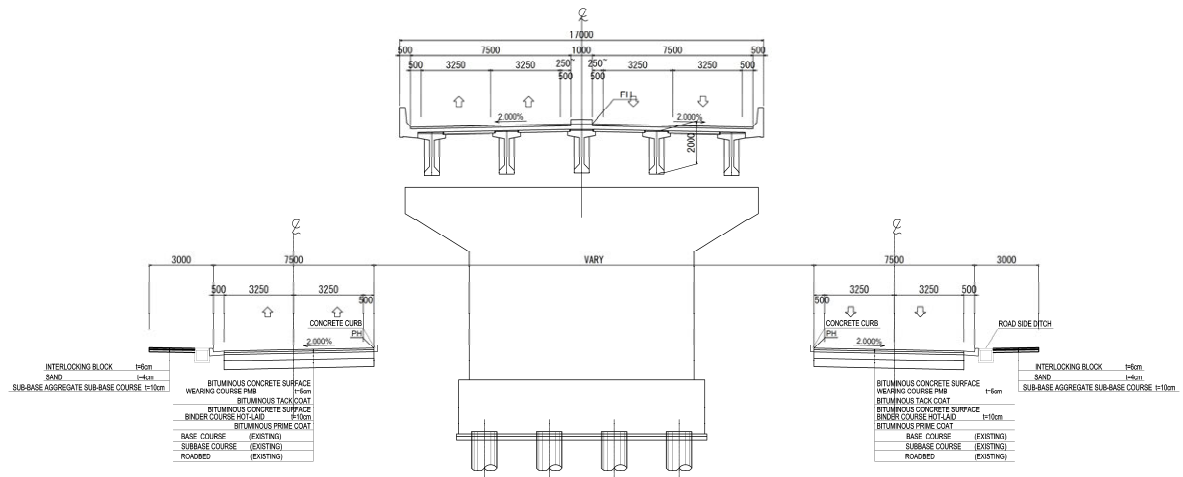
表 6.1.3 道路幾何構造条件

項目		ネパール道路基準 2070		ネパール都市 道路基準 2076	日本	AASH TO	採用
Design Speed (km/h)		40	60	<u>50</u>	<u>50</u>	<u>50</u>	50
Minimum Radius (m)	Preferable	70	200	-	150	N/A	100
	Standard	40	110	105	<u>100</u>	86	
	Special	90	190	-	80	N/A	
Minimum Curve Length (m)	$\theta=7^\circ$ or more	N/A	N/A	N/A	<u>80</u> ~100	45	80
	$\theta=7^\circ$ or less	N/A	N/A	N/A	<u>600/0</u>	N/A	600/0
Minimum Spiral Curve Length (m)		17	42	45	<u>40</u>	47	40
Superelevation Transition Ratio		N/A	N/A	N/A	<u>1/115</u>	1/154	1/115
Maximum Superelevation (%)		7.0	7.0	<u>4.0</u> ~7.0	<u>4.0</u> ~9.0	<u>4.0</u> ~10.0	4.0
Crossfall (%)		2.5	2.5	1.7~3.0	<u>2.0</u>	<u>2.0</u>	2.0
Stopping Sight Distance (m)		50	80	<u>65</u>	55	65	65
Maximum Grade (%)		9.0	7.0	-	<u>6.0</u> ~8.0	7.0	6.0
K Value (m/%)	Summit	3.6	8.2	-	<u>8.0</u>	7.0	8.0
	Valley	4.1	9.2	-	<u>7.0</u>	13.0	7.0
Minimum Vertical Radius (m)	Summit	360	820	-	<u>800</u>	700	800
	Valley	410	920	-	<u>700</u>	1300	700
Minimum Vertical Curve Length (m)		N/A	N/A	30	<u>40</u>	N/A	40
Maximum Vertical Slope Length (m)		400	300	400	<u>500</u>	N/A	500
Limiting Superelevation (%)		N/A	N/A	-	<u>10.5</u>	11	10.5
Widening (m/lane)		0.6		<u>0.6</u>	0.5	1.2	0.6

出典: 調査団

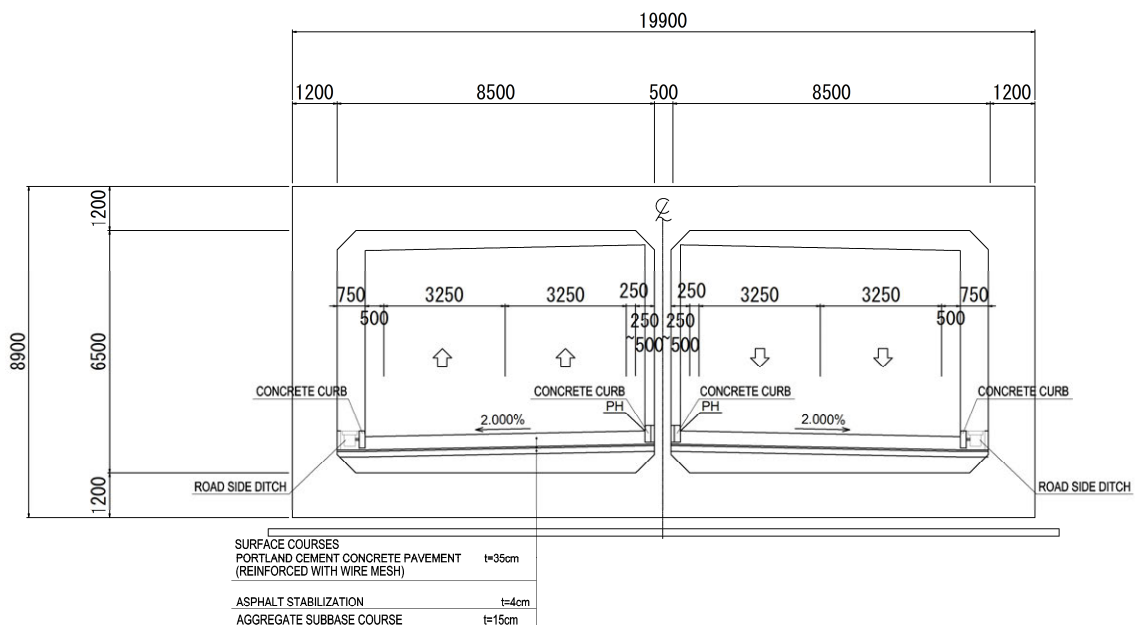
6.1.5 標準横断図

上記の設計条件を基に、平面区間を含むプロジェクト道路の立体高架部（高架下平面部含む）とアンダーパス部の代表的な断面図をそれぞれ図 6.1.2 と図 6.1.3 に示す。



出典: 調査団

図 6.1.2 立体高架部の標準横断面図



出典: 調査団

図 6.1.3 アンダーパス区間の標準横断面図

6.1.6 設計時間交通量

設計時間交通量（DHV）は、第 4 章で推定された将来交通量から、K 値と D 値を使用して計算される。2019 年の交通量調査では、K 値は約 10%であったが、本プロジェクトや他の関連プロジェクトにより、時間と共に交通特性が変化することが想定され、将来的にもこの K 値となるとは言えない。一般に交通量が多くなると K 値は小さ

くなる傾向があることから、HCM に記載されている米国の一般的な都市での実績値を参考に、K 値を 6.7 %と設定した。

一方、D 値も HCM を参考に 51%と設定した。D 値についても、一般的にビジネス中心地区では交通量が多くなるにつれて、D 値は 50%に近づく傾向にあるためである。実際、2019 年の交通調査結果では、D 値は交通量の 50.6%であった。これは、交通量が著しく多い路線では、上下線の交通量比が同じに近づくことを意味する。

6.2 舗装設計条件

ネ国舗装設計基準では、軸重調査に基づいて算出される軸重換算係数（破壊係数：Vehicle Damage Factor）が求められているため、詳細設計段階で軸重調査を実施することが望ましい。本調査では軸重調査を実施しないため、舗装設計は日本の基準を適用するものとする。

6.3 構造物設計条件

6.3.1 適用設計基準

ネ国における橋梁設計基準は、2010 年に DoR により発行された「Nepal Bridge Standards-2067」がある。しかし、同基準によると、作用荷重は、IRC もしくは AASHTO 基準に従う事となっているが、近年では、IRC 基準に従い設計を行う事が一般的である。以上より、本検討においては、IRC 基準を適用する事とする。

6.3.2 死荷重

構造物及び施設の重量を含む全ての死荷重は、表 6.3.1 に示すとおり、「IRC6-2017 Standard Specifications and Code of Practice for Road Bridge」（以下 IRC6-2017）に基づき設定される。

表 6.3.1 死荷重:単位荷重

材料	単位荷重 [t/m3]
鋼材*1	7.85
無筋コンクリート	2.50
鉄筋コンクリート	2.50
プレストレスト コンクリート	2.20

記：*1：ICR:6-2017 に記載が無いため、鋼材の単位重量は道路橋示方書に準じる。

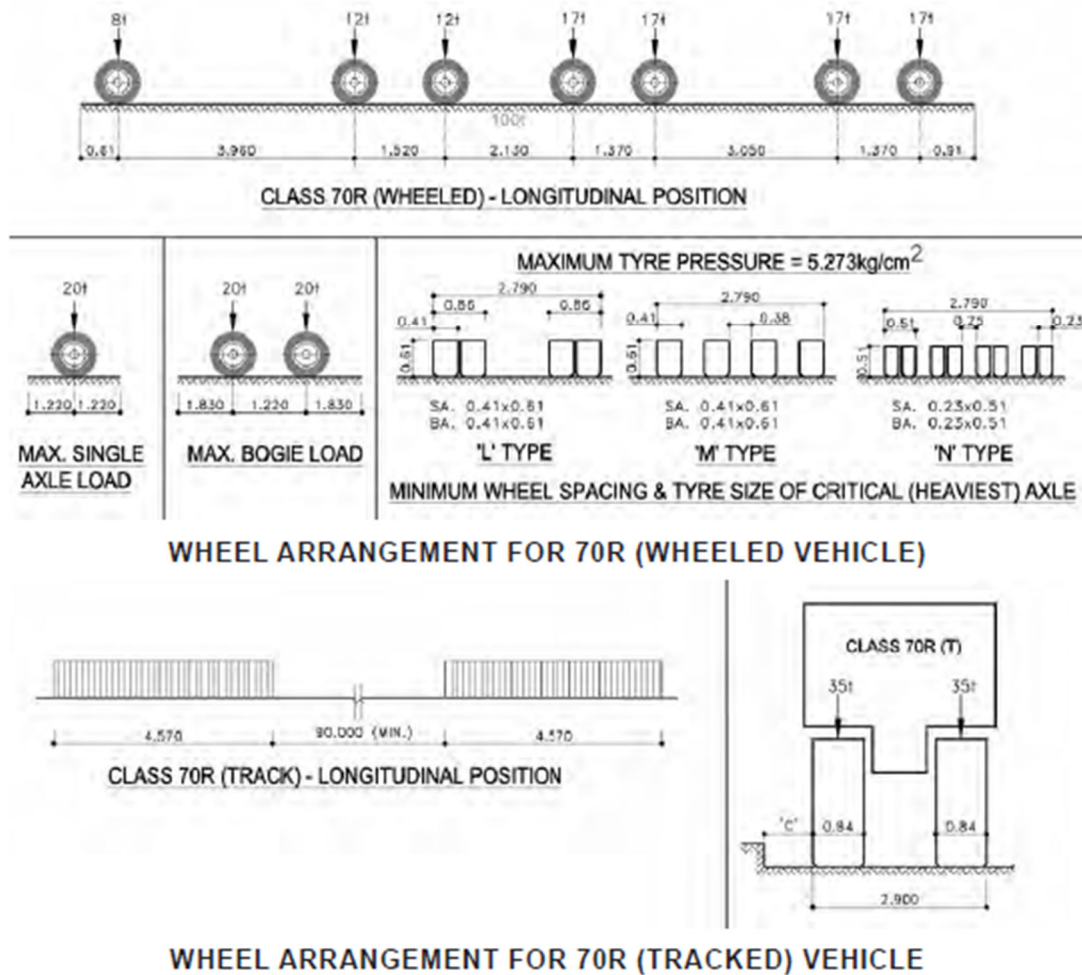
出典: IRC:6-2017 及び道路橋示方書

6.3.3 活荷重

IRC:6-2017 により、構造物設計には以下の荷重を活荷重として考慮する。

(1) Class 70R

Class70R 荷重は、トラック荷重とトレーラー荷重で構成されている。車軸荷重の配置について、図 6.3.1 に示す。

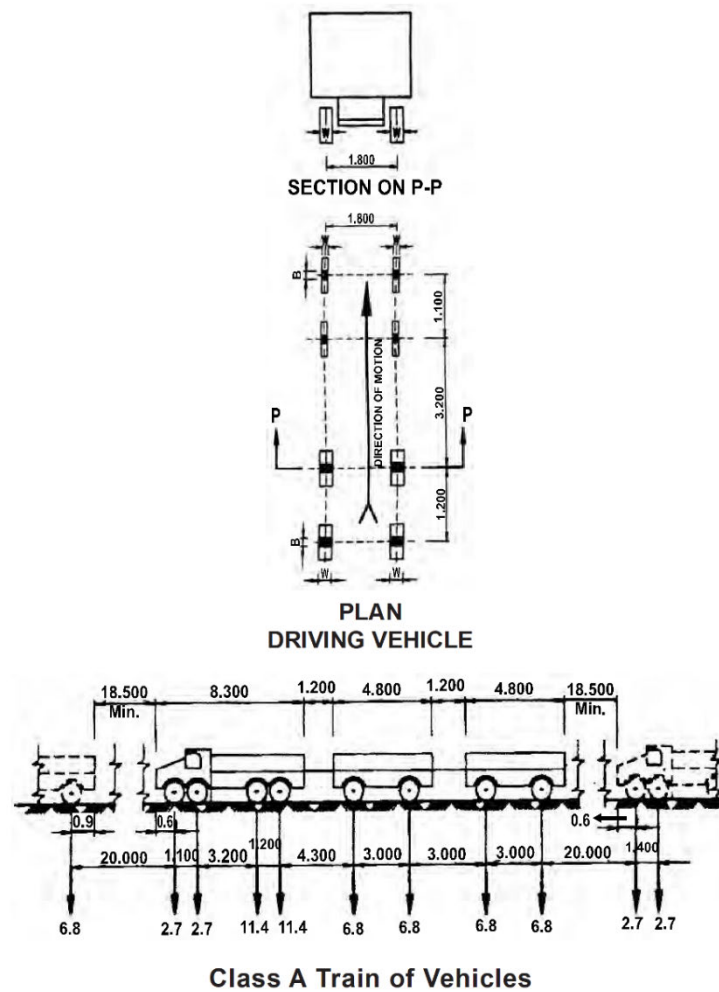


出典: IRC:6-2017

図 6.3.1 Class 70R の荷重配置

(2) Class A

Class A 荷重は、連結車両荷重から成る。荷重配置を図 6.3.2 に示す。



出典: IRC:6-2017

図 6.3.2 Class A 荷重の配置

(3) 活荷重の組み合わせ

活荷重の組み合わせは、表 6.3.2 に示すとおり、対象とする道路の有効幅員により異なる活荷重の組み合わせを適用する。

表 6.3.2 活荷重の組合せ

有効幅員	設計で適用する 車線数	活荷重組合せ
5.3m 以下	1	Class A 荷重を 2.3m 幅で適用。残りの有効幅員には、500kg/m ² の分布荷重を適用。
5.3m から 9.6m 以下	2	Class 70R 荷重を 1 車線へ適用、もしくは 2 車線に Class A 荷重を適用。
9.6m から 13.1m 以下	3	全ての 2 車線の組合せへ、Class 70R 荷重を 1 車線、Class A 荷重を 1 車線適用、もしくは 3 車線へ Class A 荷重を適用。
13.1m から 20.1m 以下	4	全ての 2 車線の組合せへ、Class 70R 荷重を 1 車線、Class A 荷重を 1 車線適用、もしくは全車線へ Class A 荷重を適用。
16.6m から 20.1m 以下	5	
20.1m から 23.6m 以下	6	

出典: IRC:6-2017

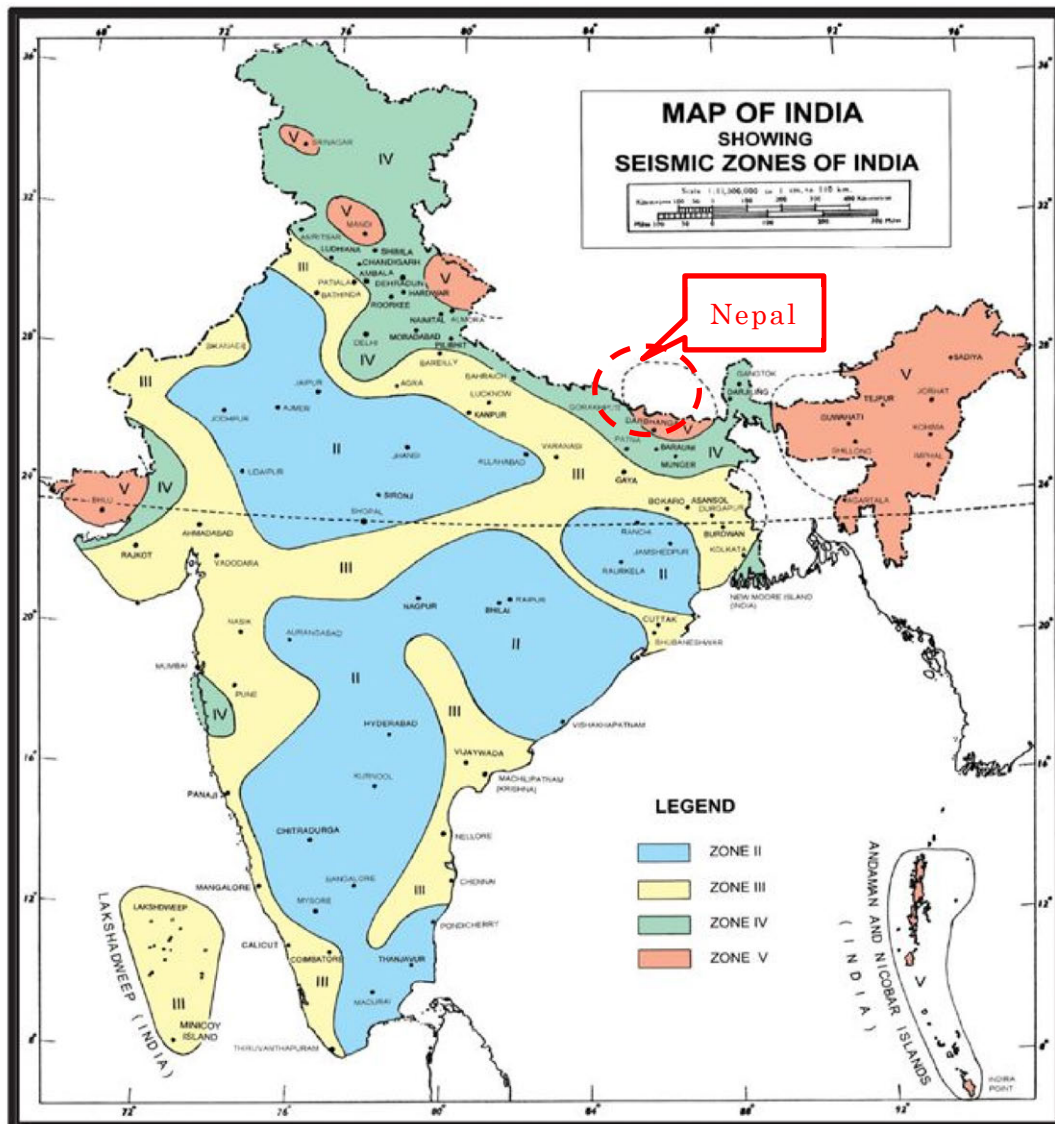
6.3.4 設計水平震度

(1) はじめに

設計水平震度は、「IRC-SP:114-2018 Guidelines for Seismic Design of Road Bridges」に基づき、設定される。設計水平震度は、地域係数、固有周期、応答低減係数及び重要度係数から算定される。

(2) 地域係数

地域係数は図 6.3.3 に示す地域係数図に基づき設定される。



出典: IRC: SP:114-2018

図 6.3.3 地域係数区分図

ネ国は、図 6.3.3 に含まれていないが、地域 V に近接しているため、地域 V として地域係数を設定した。表 6.3.3 に地域係数を示す。

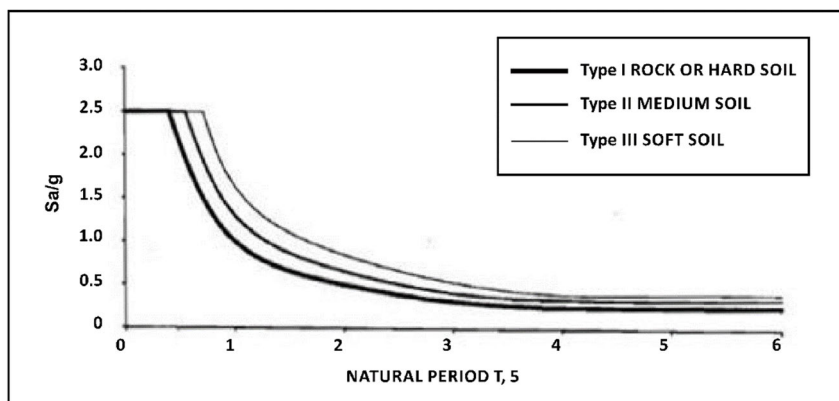
表 6.3.3 地域係数

地域番号	地域係数
V	0.36
IV	0.24
III	0.16
II	0.10

出典: IRC: SP:114-2018

(3) 固有周期(加速度係数)

加速度係数は、図 6.3.4 に示す応答スペクトルから決定した。



出典: IRC: SP:114-2018

図 6.3.4 弾性加速法スペクトル

(4) 応答低減係数

適用する応答低減係数を表 6.3.4 に示す。

表 6.3.4 応答低減係数

構造物種別	応答低減係数
擁壁 / PC 橋脚・橋台	1.0
壁式橋脚及び橋台（橋軸直角方向）	1.0
壁式橋脚及び橋台（橋軸方向）	3.0
張出橋脚	3.0
RC/PC 門型橋脚	3.0

出典: IRC: SP:114-2018

(5) 重要度係数

重要度係数は、表 6.3.5 のとおり設定した。プロジェクト対象地域は都市部に位置していることから、重要度区分は「重要な橋梁」として設定した。

表 6.3.5 重要度係数

分類	対象橋梁の概要	重要度係数
一般橋梁	他の分類に当てはまらない全ての橋梁	1.0
重要な橋梁	a) <u>都市内</u> の河川橋梁及びフライオーバー b) 国道及び州道上の橋梁 c) 港湾もしくは重要商業施設へ接続する橋梁 d) 既設/計画鉄道路線（将来想定路線は、計画路線に含まれない）2路線を交差する橋梁	1.2
非常に重要な橋梁	a) 橋長 1km 以上の河川橋 b) 迂回路を有さない路線上の橋梁 c) 2路線以上の既設/計画鉄道路線を交差する橋梁	1.5

出典: IRC: SP:114-2018

(6) 設計水平震度の算出

設計水平震度は、上述した様に地域係数、加速度係数、応答低減係数、重要度係数を使用して下記の計算式で算定される。地震による水平力は、この設計水平震度に死荷重を乗じて計算される。

$$Ah = \frac{\left(\frac{Z}{2}\right) x \left(\frac{Sa}{g}\right)}{\left(\frac{R}{I}\right)}$$

ここに；

Ah: 設計水平震度

Z: 地域係数

Sa/g: 加速度係数

R: 応答低減係数

I: 重要度係数

6.4 設計上のコントロールポイント

6.4.1 ルート選定及び道路設計におけるコントロールポイントへの対応方針

道路計画上の各種コントロールポイントに対する対応方針を表 6.4.1 に示す。

表 6.4.1 道路計画上のコントロールポイントへの対応方針

コントロールポイント (C/P)	考慮する段階		基本方針	備考
	ルート選定	概略設計および詳細設計		
空域制限	O	O	絶対遵守	これらは平面・縦断線形の決定及び事業費に大きく影響する
既存歩道橋	O	O	極力回避	
既存道路橋	O	O	極力回避	
空港施設	O	O	完全回避	
民地	O	O	極力回避	
民間施設	O	O	極力回避	
ジャディブディ交差点南側の民間施設	O	O	完全回避	
宗教施設	O	O	極力回避	
道路用地 (RoW)	O	O	最大限用地を活用	
バス停	-	O	これらは、概略設計及び詳細設計段階にて機能補償を考慮しつつ検討する。	これらは、概略設計及び詳細設計段階に検討する必要がある。
モニュメント	-	O		
接続道路*	-	O		
アクセス道路*	-	O		
地先道路*	-	O		
トラックターミナル	-	O		
交通安全施設	-	O		
既存擁壁および排水施設	-	O		
地下埋設物	-	O		

注: 接続道路: プロジェクト対象交差点(Tinkune, Koteshwor and Judhibuti I/S)に接続する道路
アクセス道路: 主道路 (プロジェクト対象道路) に直接接続する従道路
地先道路: 規格の高い道路に並走する低規格道路
出典: 調査団

6.4.2 空域制限

空域制限の詳細は第3章に記載のとおりである。

6.4.3 プロジェクト対象地域の道路計画上のコントロールポイント

プロジェクト対象地域の道路計画上のコントロールポイントを図 6.4.1 から図 6.4.6 に示す。



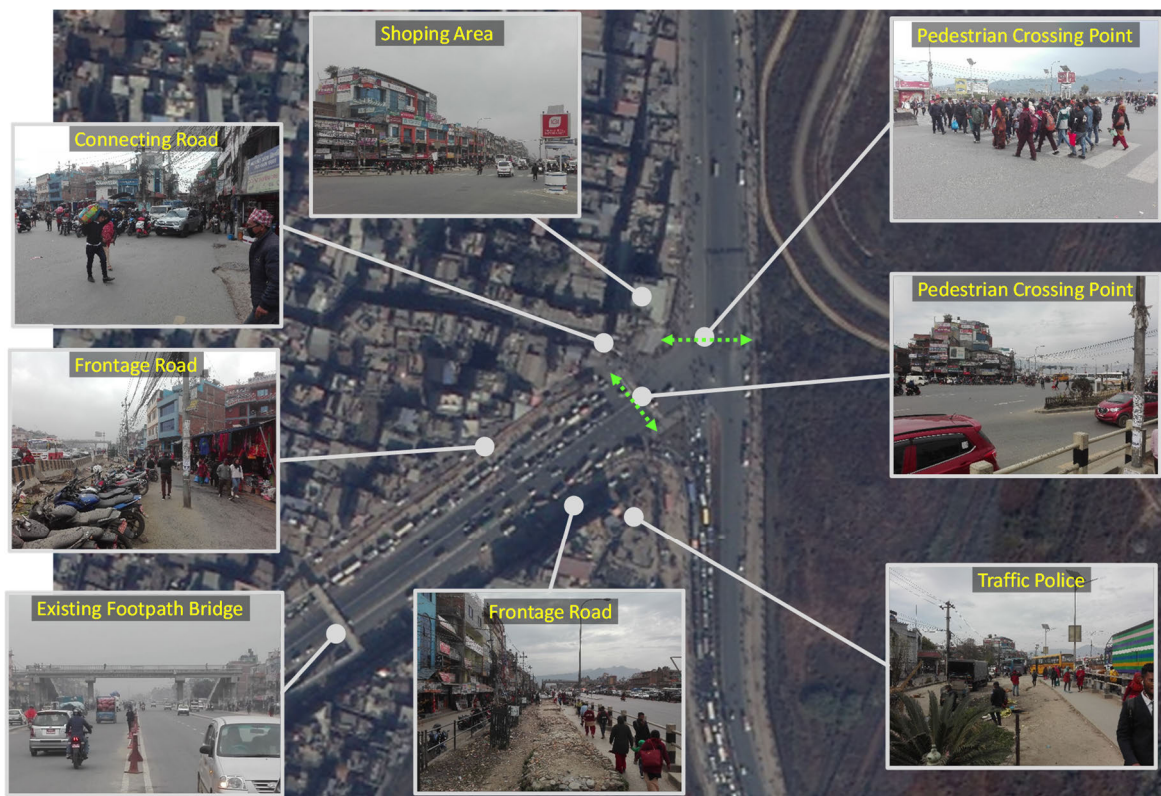
出典：調査団

図 6.4.1 ティンクネ交差点付のコントロールポイント



出典：調査団

図 6.4.2 ティンクネ交差点～コテシヨール交差点のコントロールポイント



出典: 調査団

図 6.4.3 コテシヨール交差点付近のコントロールポイント



出典: 調査団

図 6.4.4 コテシヨール交差点～ジャディブディ交差点のコントロールポイント



出典: 調査団

図 6.4.5 ジャディブディ交差点付近のコントロールポイント



出典: 調査団

図 6.4.6 ジャディブディ交差点東側のコントロールポイント

6.4.4 TIA用地内のコントロールポイント

図 6.4.7 及び図 6.4.8 に TIA 用地内のコントロールポイント及び対応方針を示す。

Control Points in TIA (1/4)



No.	Object	Policy in Road Planning
1	Contractor Camp	Avoid
2	Private Building	Avoid as much as possible (Relocate by DOR if affected)
3	Buildings	Avoid as much as possible (Relocate by DOR if affected)

出典: 調査団

図 6.4.7 TIA 用地内のコントロールポイント (1/4)

Control Points in TIA (2/4)



No.	Object	Policy in Road Planning
4	Box Culvert	Replace by DOR if affected
5	Football Pole	Relocate by DOR
6	Electric Cable & Pole	Relocate by DOR

出典: 調査団

図 6.4.8 TIA 用地内のコントロールポイント (2/4)

Control Points in TIA (3/4)

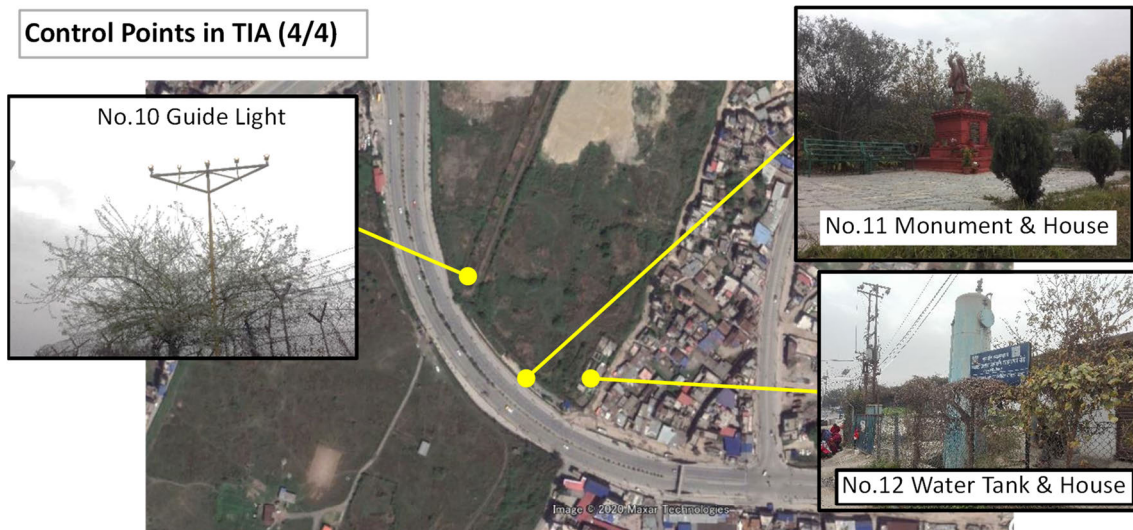


No.	Object	Policy in Road Planning
7	Inspection Road (Unpaved)	Relocate during construction by DOR
8	Inspection Road (Paved)	Relocate during construction by DOR
9	Fence & Barricade	Relocate during construction by DOR

出典: 調査団

図 6.4.9 TIA 用地内のコントロールポイント (3/4)

Control Points in TIA (4/4)



No.	Object	Policy in Road Planning
10	Guide Light	Secure the present position by taking tentative measures during construction
11	Monument & House	Relocate by DOR
12	Water Tank & House	Relocate by DOR

出典: 調査団

図 6.4.10 TIA 用地内のコントロールポイント (4/4)

6.5 CAAN からの本プロジェクトに対する要請事項

TIA 用地の一部使用、ならびにプロジェクト道路の計画・設計にあたり、CAAN より表 6.5.1 に示す様な要請が、レターにて正式に DOR 側に出されている。

表 6.5.1 CAAN からの本プロジェクトに対する要請事項

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. 道路線形は、空港の着陸・進入・離陸ゾーン、延長滑走路の中心線に近い場合、U 型構造のオープン構造は避けること。2. 構造物の種類および適用について<ol style="list-style-type: none">i. 着陸用空域制限下では、屋根付きまたはトンネル構造とすること。ii. 着陸用空域制限の範囲外であれば、U 型構造の使用を認める。3. 従って、トンネル構造の範囲である空域制限西端から空港境界までを確認のうえ、設計・施工計画・積算を行うこと。4. トンネル区間の土被り厚は 2m 以上を確保し、表面はレベリングすること。5. 高精度進入灯は、航空機を空港の滑走路に向けて誘導するために不可欠であることから、構造物の設計、または工事中において、これら現存の進入灯の位置と高さを維持する必要がある。6. 高圧電力ケーブルと光ファイバーケーブルは、プロジェクト道路計画区間を経由して空港発電所及び道路南側に設置された高感度 VOR/DME 装置まで、様々なルートで敷設されている。これらのケーブルが損傷した場合、航空機の離着陸に支障をきたし、空港が閉鎖される可能性があることから、これらのケーブルに影響を与えないように施工中は最大限の注意を払うこと。7. 誘導路及びバイパス/出口誘導路は、300m 延長された滑走路の終端まで建設される。その近傍では地下道の建設が計画されているため、その建設を妨げないように留意すること。8. プロジェクト道路のルートは、外周道路（サービス道路）の機能を損なう可能性があり、工事中の暫定的な代替路を確保すること。なお、工事完了後は、外周道路を当初の位置及び形状に復元すること。9. 掘削時に発生する残土は、空港内の敷地の造成・埋め立てに活用可能であることから、発生土は空港用地内の指定場所にて捨土し、転圧してレベルで仕上げること。10. トンネル建設については、他の関連する安全基準への準拠、および上記 3 から 9 までの項目を条件とする。 |
|--|

出典：CAAN

第 16 章に CAAN との協議により決定した施工条件に基づく施工計画を詳述する。