

ネパール国公共事業運輸省道路局

ネパール国  
ナグドゥンガ峠トンネル建設事業  
準備調査

最終報告書  
和文要約

平成 27 年 3 月  
(2015 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 建設技研インターナショナル  
株式会社 トーニチコンサルタント  
首都高速道路株式会社

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル

4R
CR (3)
15-013

為替レート

2014年9月

1NPR= 1.1 日本円

1US\$= 97.3 NPR

1US\$= 107.1 日本円

## 目次

1. 業務の背景と目的.....	1
1.1 業務の背景.....	1
1.2 本事業の位置.....	1
1.3 本事業の目的.....	1
2. 対象道路の現状.....	1
2.1 既存道路の線形.....	1
2.2 交通量及び車種構成.....	2
2.3 交通流パターン.....	3
2.4 既存道路の旅行速度.....	3
2.5 将来交通量.....	4
3. 線形検討.....	5
3.1 西側の接続地点での線形検討.....	7
4. トンネルの予備設計.....	9
4.1 地質状況.....	9
4.2 トンネル区間の平面及び縦断線形.....	9
4.3 トンネル断面.....	9
4.4 トンネル掘削パターン.....	10
4.5 トンネル車線運用.....	10
4.6 掘削方法.....	10
4.7 補助工法.....	11
4.8 安全な交通運用のための様々なトンネル施設.....	11
4.9 料金所の配置案（西側・東側）.....	12
4.10 トンネル掘削の土捨て場の検討.....	13
4.11 土捨て場の開発計画.....	13
4.12 土捨て場の開発に伴う実施運営組織.....	14
4.13 送電線計画.....	15
5. アプローチ道路の予備設計.....	17
5.1 アプローチ道路.....	17
5.2 道路設計の設計条件.....	18
5.3 橋梁平面、縦断及び断面 (RC コンクリート, 2 スパン, 35m).....	19
6. 事業コンポーネント.....	19
7. 事業費.....	20
8. 経済分析.....	21
8.1 便益の定量化.....	21
8.2 経済評価結果.....	21
9. 環境社会配慮.....	22
9.1 調査フロー.....	22
9.2 建設中及び建設後のトンネル区間の保護.....	22
9.3 トンネルの重要範囲 (もしくはトンネル制限範囲).....	22
9.4 地表土地所有者の地下部分の権利.....	23
9.5 トンネル保護方法.....	23
10. トンネル運営維持管理.....	24
10.1 主な運営・維持管理活動.....	24
10.2 トンネル運営・維持管理組織.....	24
10.3 トンネル管理事務所の必要人員.....	25
10.4 年間の運営・維持管理費.....	26

---

10.5	道路維持管理のための道路基金.....	26
10.6	料金徴収の支払い意思金額.....	26
10.7	課題の要約.....	27
11	実施計画.....	27
11.1	実施機関.....	27
11.2	実施計画.....	29
11.3	トンネルの建設スケジュール.....	29
11.4	建設業者及びコンサルタントと調達.....	30
11.5	チェンジオーダーに関するフレキシブルな対応.....	30
12	事業承認とプロセス.....	31
12.1	事業承認.....	31
13	事業評価.....	31

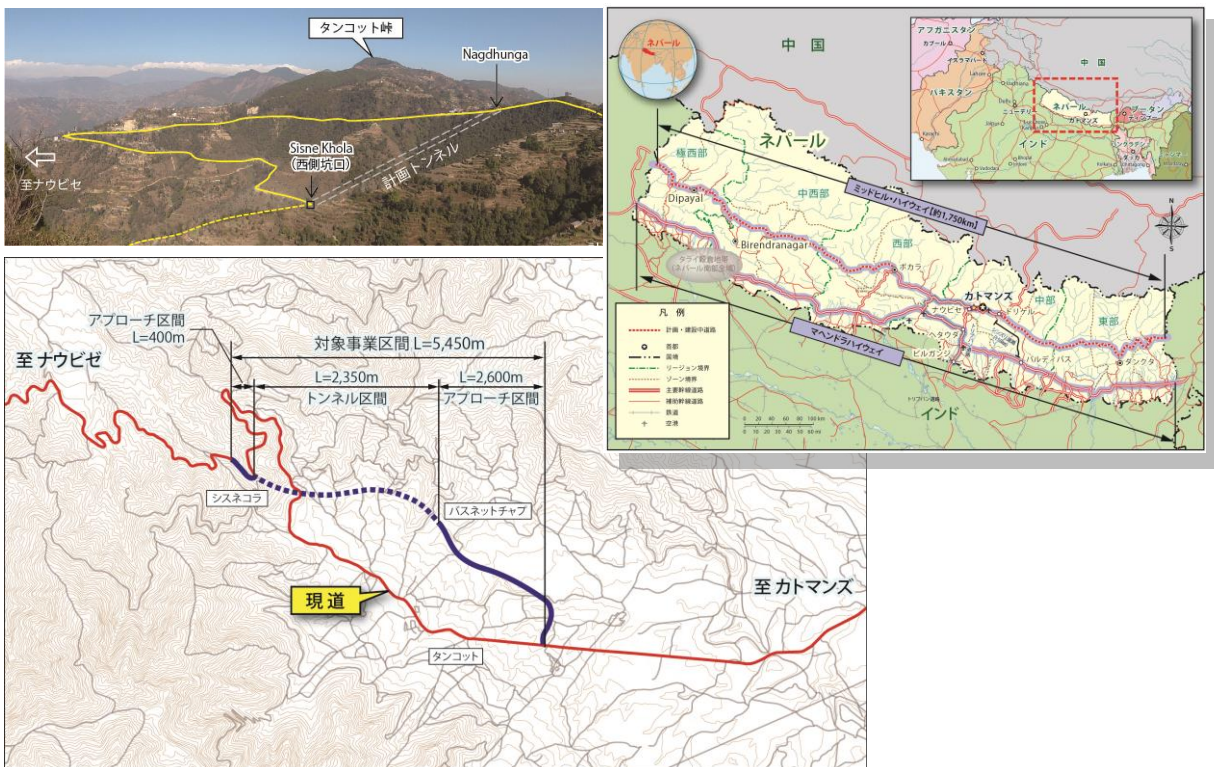
## 1. 業務の背景と目的

### 1.1 業務の背景

- ネパールは内陸国であり 90% が陸上交通に依存
- ミッドヒルハイウェイ (1,750km) の東西回廊が全国の輸送の 60%を占める。標高 500m - 1,500m のナグドゥンガ峠を通過する幹線道路の一部区間である。
- 縦断勾配が 10%を超え、かつ連続した急カーブも多く、そのため、大渋滞と重大事故が発生する区間である。
- 雨季には、斜面崩壊や地すべりなどが多発する区間である。
- 上記の課題の対策を検討するために、「JICA タンコット地区道路整備に係る情報収集・確認調査」が 2014 年 1 月に実施された。
- 円借款事業の審査に必要とされる情報及びデータの収集調査を行うため、業務を実施した。

### 1.2 本事業の位置

本事業の位置は、下記の通りである。



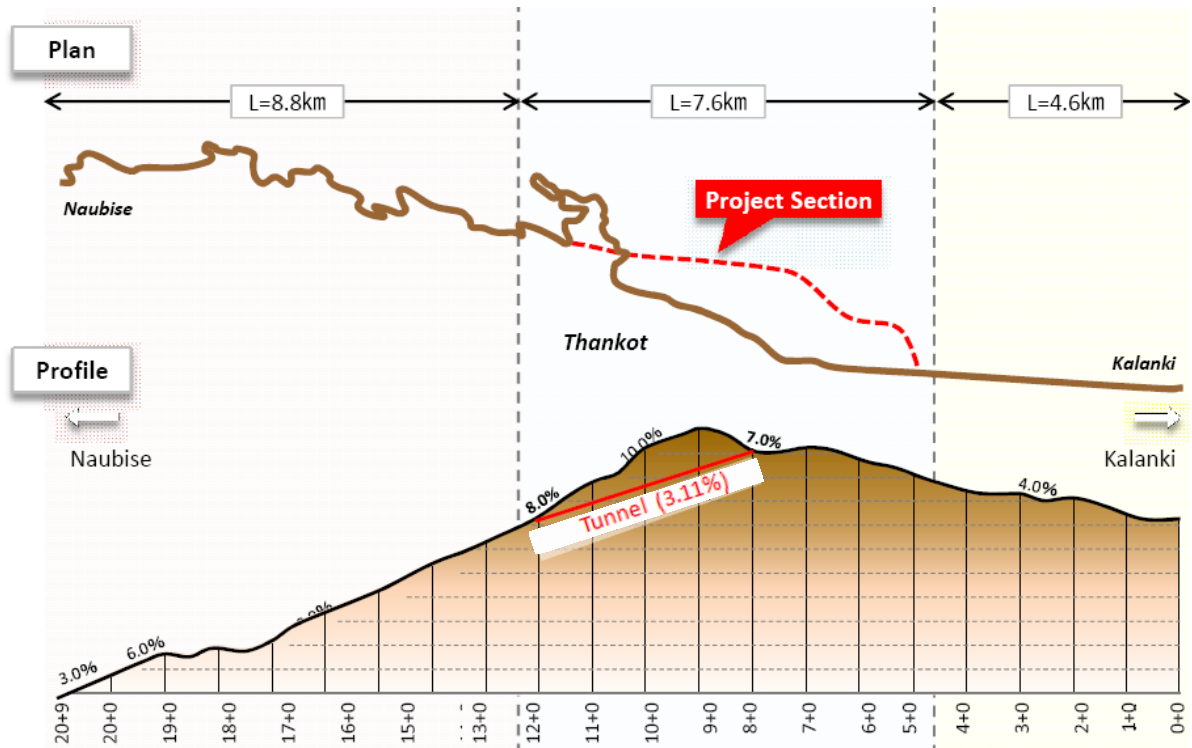
### 1.3 本事業の目的

本事業の目的は、首都カトマンズと主要都市を結ぶ幹線道路上にあるナグドゥンガ峠にトンネルを建設し、既存の道路線形の改良、移動時間の短縮、通行の安全性向上を図ることである。

## 2. 対象道路の現状

### 2.1 既存道路の線形

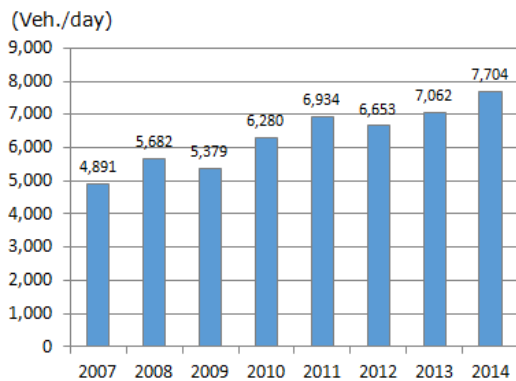
対象道路の平面及び縦断線形は以下の通りである。



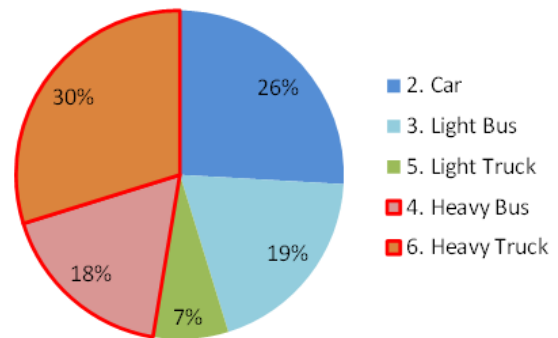
- 既存道路は、ナグドゥンガ峠を上り下りしなければならず、道路線形は種々の問題がある。
  - 連続した急カーブ及びヘアピンカーブ：19箇所
  - 急勾配：縦断勾配7%以上の区間が全体で1.6km
- 標準以下の道路線形であるため、車両の平均速度は20km/時以下であり、交通混雑が日常化している。
- また、道路横に危険／不安定な法面があり、法面崩壊による通行止めのリスクが高い。
- 上記の問題を解決するために、より安全・スムーズかつより走行コストの小さくするように、トンネル建設が求められている。

## 2.2 交通量及び車種構成

- ナグドゥンガ区間の交通量は年々増加してしる。
- 重量車両は全体交通の48%を占め、非常に高い。



ナグドゥンガ峠の年平均日交通量

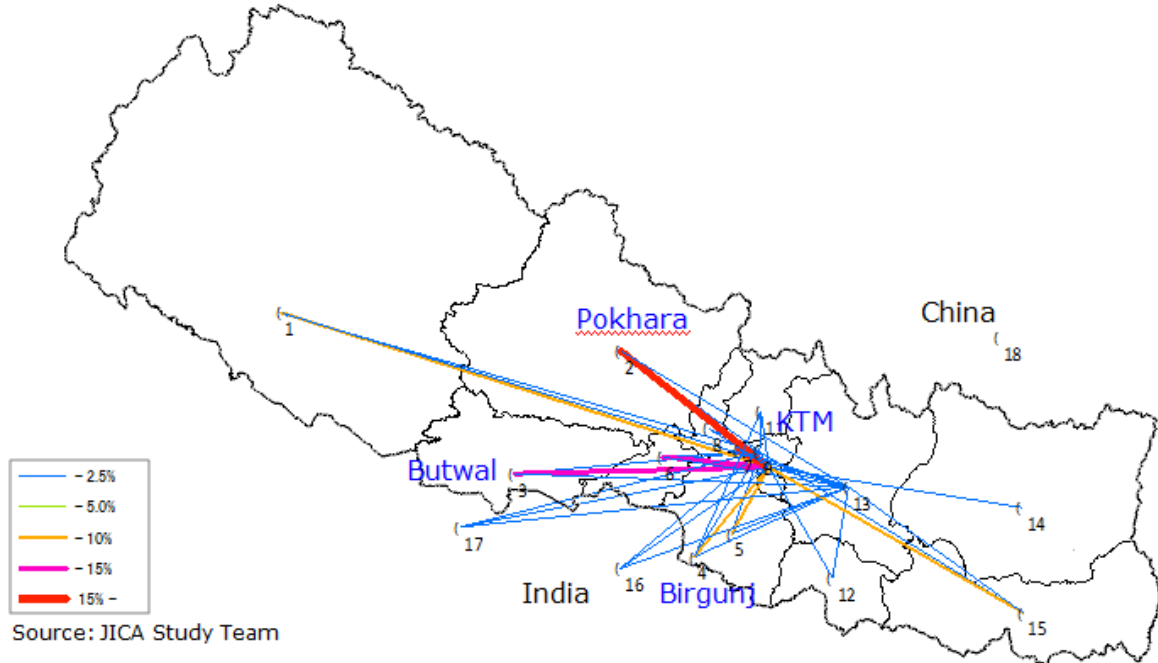


ナグドゥンガ峠の車種構成  
(バイク除く)



### 2.3 交通流パターン

- 交通調査（起終点調査）結果を以下に示す。ネパール西部地域及びインドからの交通が多いが、ネパール東部地域からの交通も見られる。

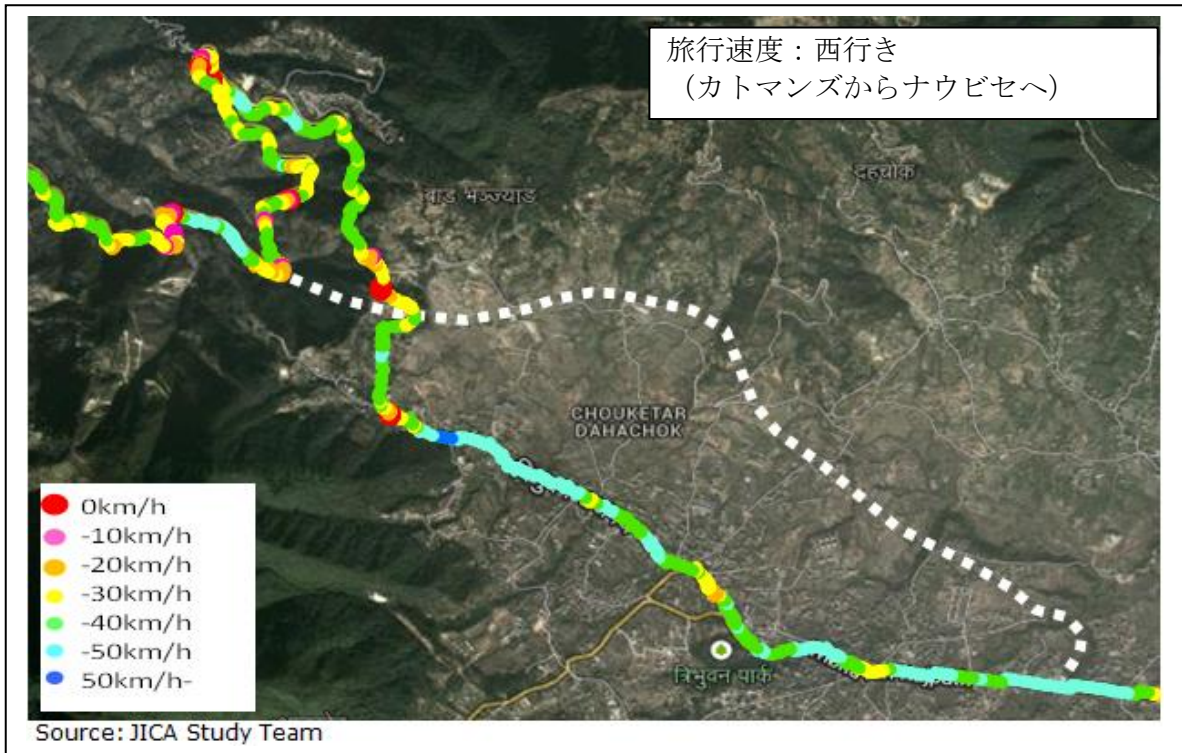


### 2.4 既存道路の旅行速度

- 東行き（カトマンズ行き）の大型トラックの平均速度は、20km/h である。朝時間帯の上り勾配区間の速度は 10km/h と低く、既存道路 8km 区間の平均旅行時間は 30 分であった。



- 西行き（ナウビセ行き）の大型トラックの平均速度は、25km/h であり、既存道路 8km 区間の平均旅行時間は 22 分であった。下り勾配区間の速度は、20km/h 程度であった。



## 2.5 将来交通量

- 社会経済指標の成長率と車種別・方向別のトンネル利用率より、トンネル利用交通量を推計した。
- 将来のトンネル利用交通量は 2020 年で 7900 台/日、2030 年で 10000 台/日と予測される。（上段は既存道路を含む将来交通量、下段は内トンネル区間の将来交通量）

Future Traffic Volume

	2014			2022			2030			AAGR* (2014-2020)		AAGR* (2020-2030)	
	Eastbound	Westbound	Total	Eastbound	Westbound	Total	Eastbound	Westbound	Total	East	West	East	West
Passenger Car	959	1,036	1,996	1,263	1,365	2,628	1,585	1,712	3,297	3.5%	3.5%	3.0%	3.0%
Micro Bus	389	528	917	512	696	1,208	643	873	1,516	3.5%	3.5%	3.0%	3.0%
Mini Bus	227	344	571	299	453	752	375	568	944	3.5%	3.5%	3.0%	3.0%
Heavy Bus	639	715	1,354	944	1,057	2,001	1,268	1,419	2,686	5.0%	5.0%	4.0%	4.0%
Light Truck	444	127	571	631	181	812	777	223	1,000	4.5%	4.5%	3.0%	3.0%
Heavytruck	939	1,355	2,294	1,335	1,928	3,263	1,643	2,372	4,015	4.5%	4.5%	3.0%	3.0%
<b>Total</b>	<b>3,597</b>	<b>4,107</b>	<b>7,704</b>	<b>4,985</b>	<b>5,679</b>	<b>10,664</b>	<b>6,291</b>	<b>7,167</b>	<b>13,458</b>	<b>4.1%</b>		<b>3.0%</b>	

Number of Vehicles on Tunnel Section

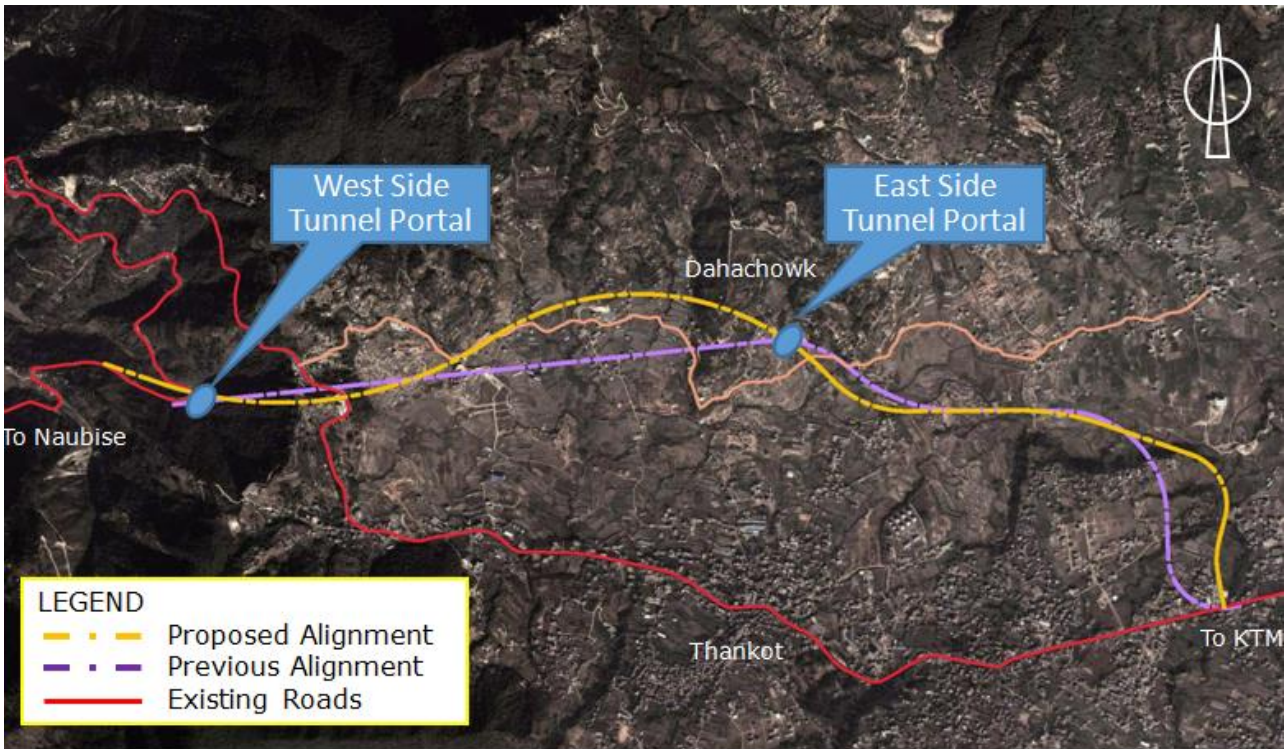
	2014			2022			2030			Tunnel utilization ratio (2014-2020)		Tunnel utilization ratio (2020-2030)	
	Eastbound	Westbound	Total	Eastbound	Westbound	Total	Eastbound	Westbound	Total	East	West	East	West
Passenger Car	-	-	-	1,010	955	1,966	1,268	1,199	2,466	80%	70%	80%	70%
Micro Bus	-	-	-	410	487	897	514	611	1,125	80%	70%	80%	70%
Mini Bus	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
Heavy Bus	-	-	-	850	845	1,695	1,141	1,135	2,276	90%	80%	90%	80%
Light Truck	-	-	-	505	127	632	621	156	777	80%	70%	80%	70%
Heavytruck	-	-	-	1,202	1,542	2,744	1,479	1,898	3,377	90%	80%	90%	80%
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3,977</b>	<b>3,957</b>	<b>7,933</b>	<b>5,023</b>	<b>4,998</b>	<b>10,021</b>	<b>74.4%</b>		<b>74.5%</b>	

出典：調査団



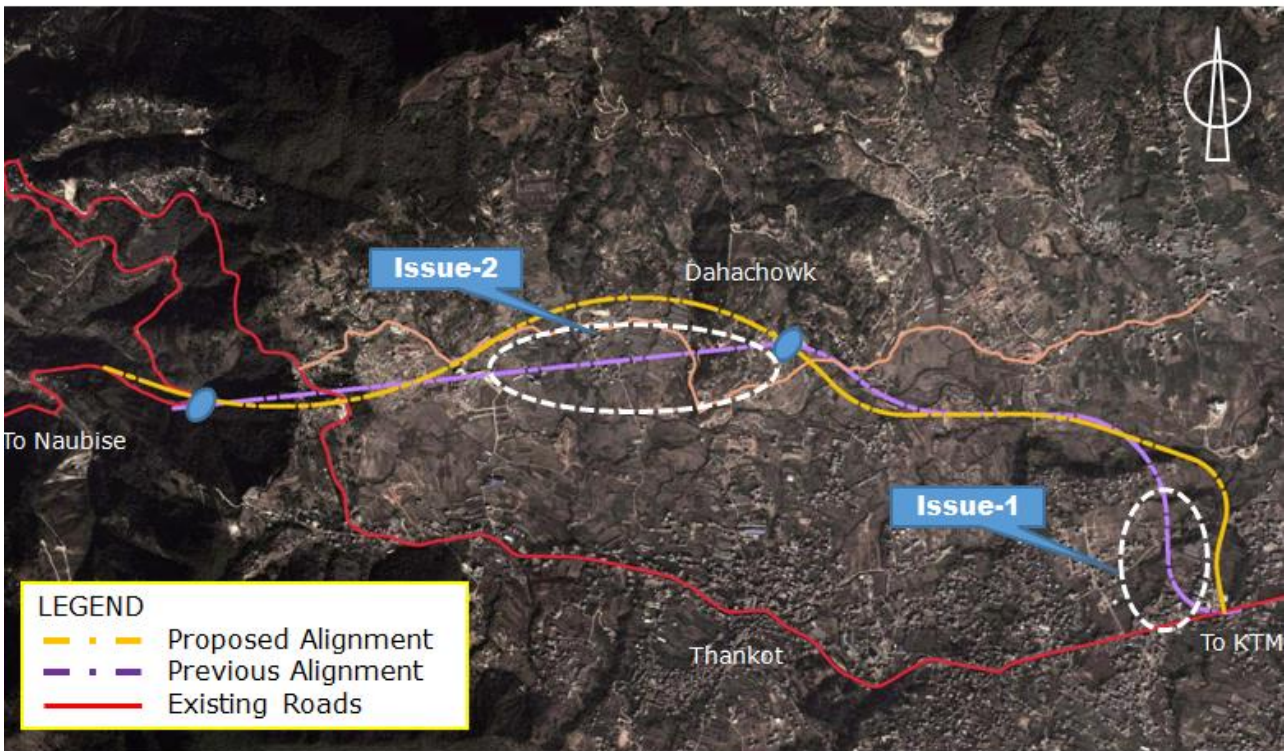
### 3. 線形検討

既調査（JICA タンコット地区道路整備に係る情報収集・確認調査）及び提案する線形を下図に示す。



#### ◆ 既調査での課題

- 課題－ 1 : 多くの住宅移設が生じる (住宅開発建設中)
- 課題－ 2 : 地質の悪い箇所を通過するトンネル線形

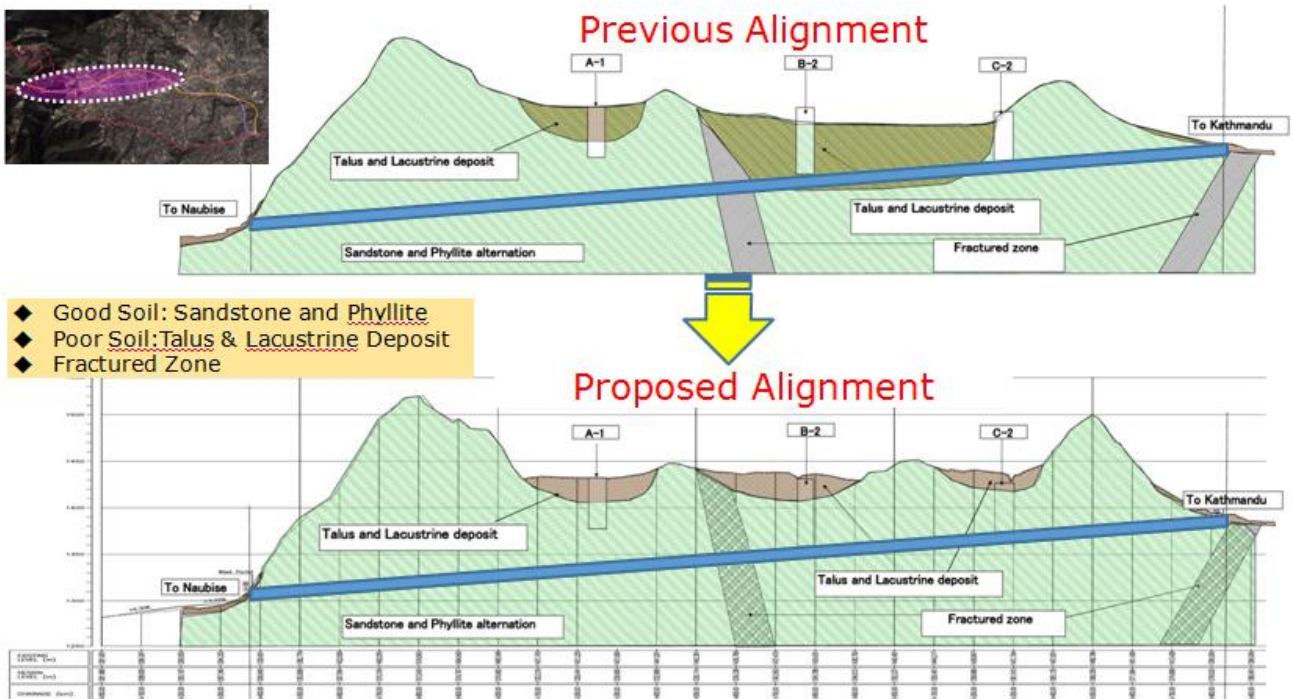




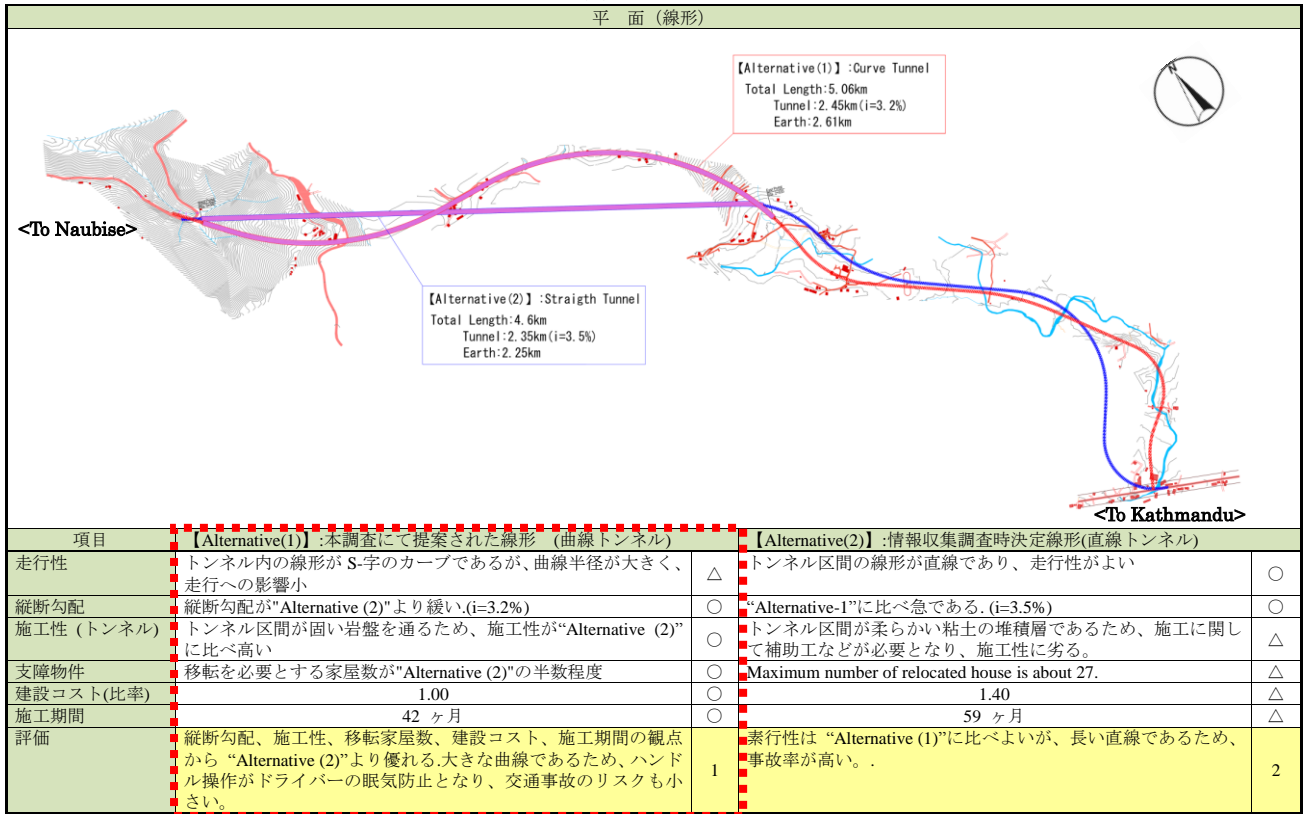
◆ 課題-1: 多くの住宅影響箇所と住宅開発建設中 (黄色点線箇所)



◆ 課題-2: 地質の悪い地域を通過するトンネル線形



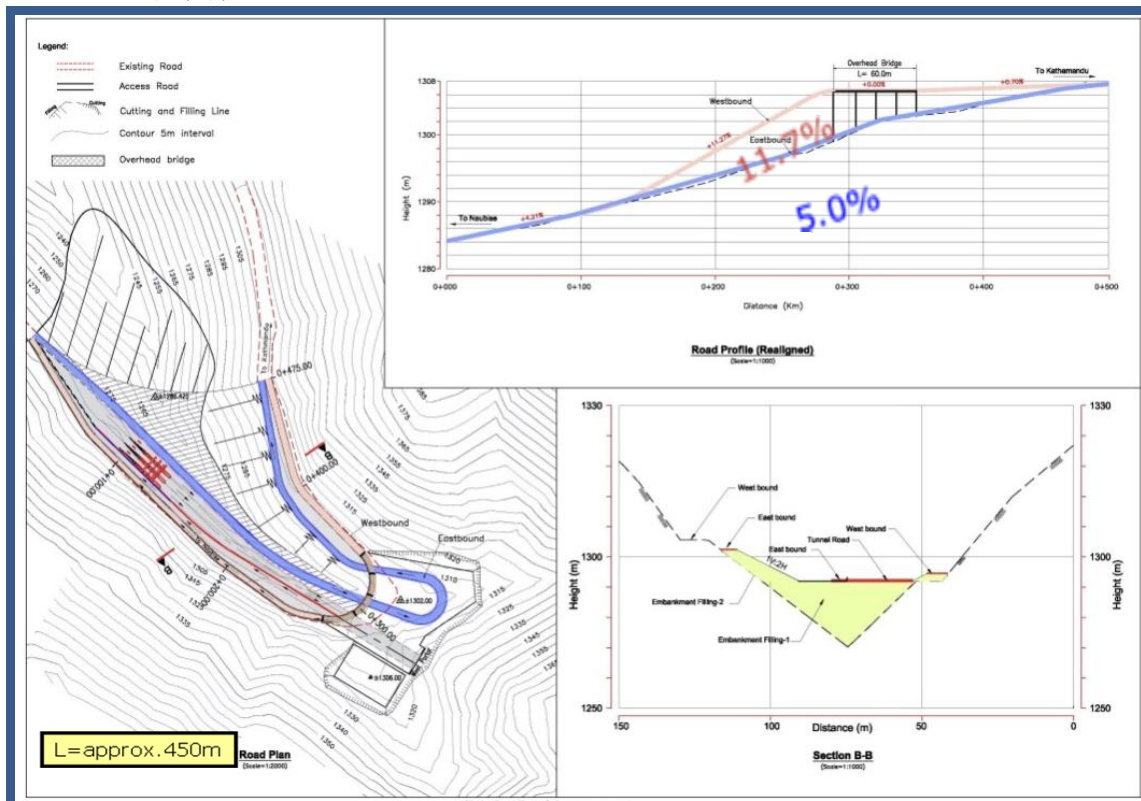
線形代替案の比較を以下に示す。Alternative (1)を推奨する。



### 3.1 西側の接続地点での線形検討

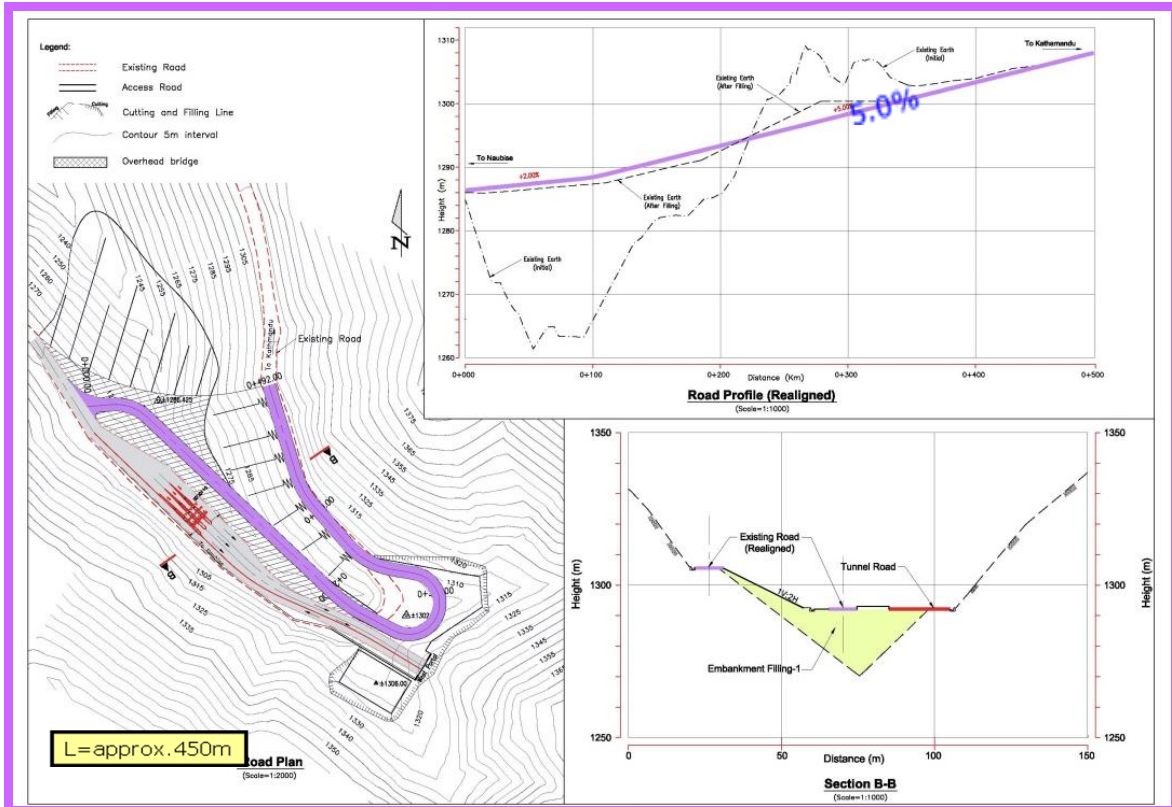
西側のトンネル坑口の地形制約から、大きな課題は、既存道路とトンネルをどのやって接続させるかである。以下に示す代替案検討を行った。

- 代替案-1





• 代替案-2



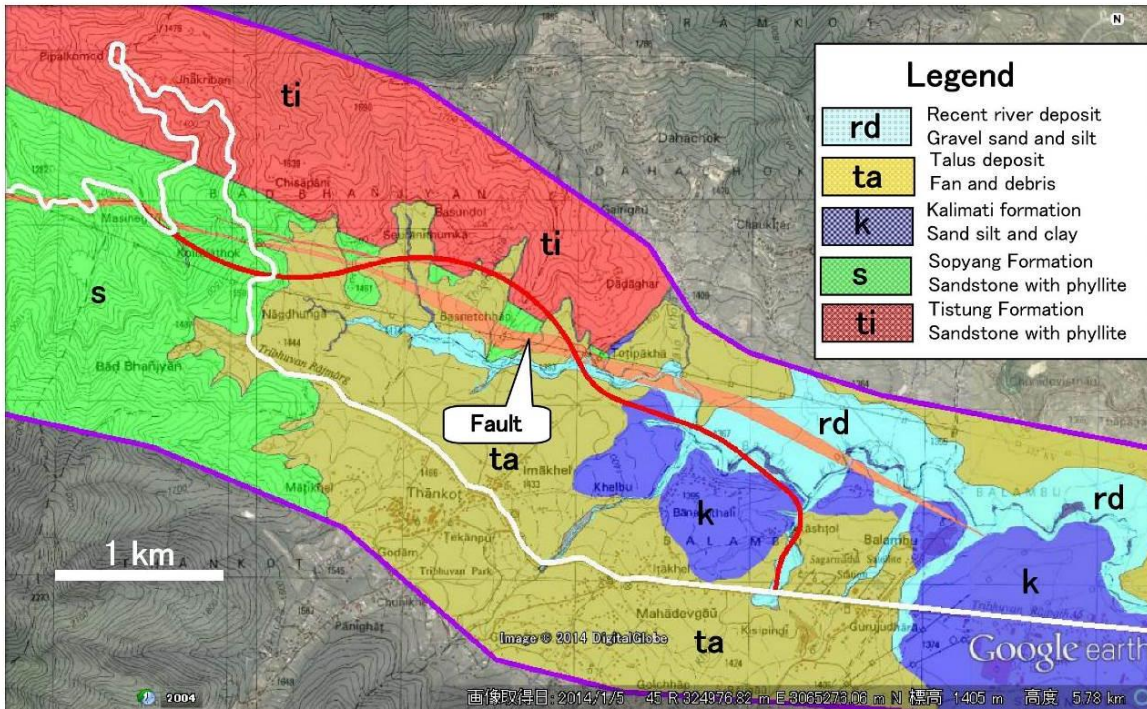
	Alternative-1:分・合流形式	Alternative-2:交差点形式	
線形			
概要	交通制御:分合流	交通制御:平面交差信号処理	
構造	鋼橋梁 延長=60m, 擁壁	平面交差信号	
評価項目	線形	最小平面曲線半径=15m 最大縦断勾配=11.7% (西行き) =5.0% (東行き)	最小平面曲線半径=20m 最大縦断勾配= 5% (両方向)
	安全性	Alt. -2より安全性高い (上下線分離)	Alt. -1より事故の可能性有 (上下平面)
	運転しやすさ (アプローチ道路)	交通の中断少ない (トンネル道路 優先)	交差点部で停止するため、交通の中断が多い
	工期	5.0 ヶ月	1.0 ヶ月
	費用 (比率)	9.0	1.0
評価		推奨	

上記の比較検討結果より、Alternative-2を推奨する。

## 4. トンネルの予備設計

### 4.1 地質状況

トンネル区間及びアプローチ道路の地質状況は次の通りである。



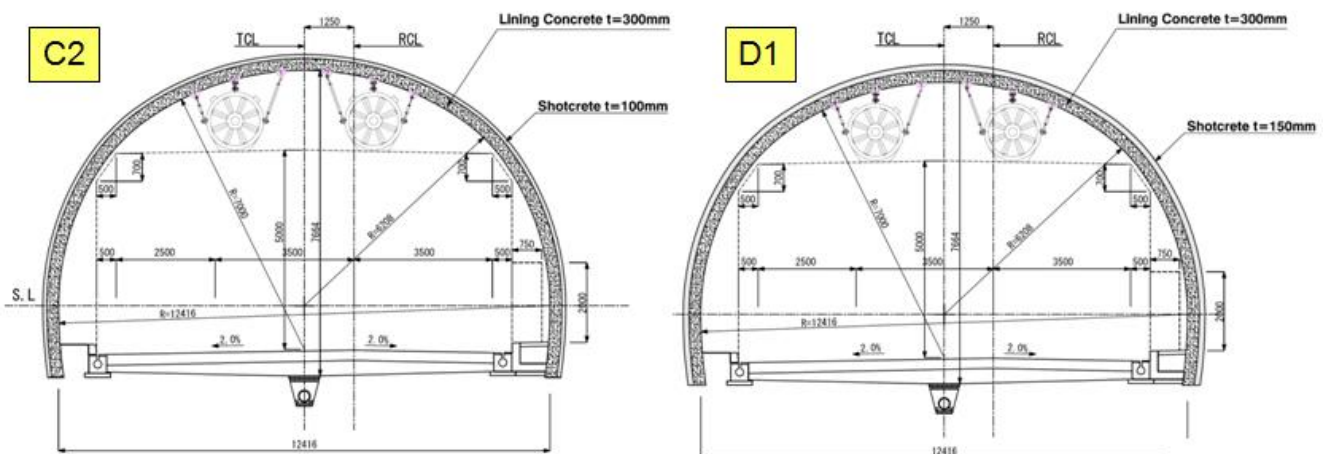
### 4.2 トンネル区間の平面及び縦断線形

トンネルの平面及び縦断線形は以下の通りである。

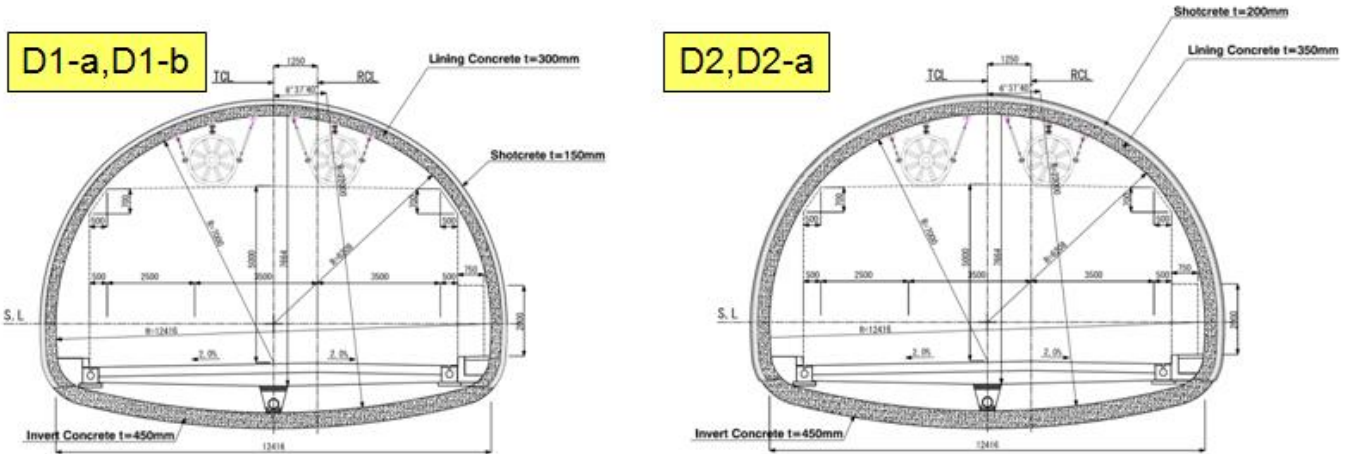
設計速度	60km/h
トンネル延長	2,450m
平面線形	S字カーブ(R=1000m)
縦断勾配	3.22%

### 4.3 トンネル断面

トンネル区間の掘削パターン別の標準断面は次の通りである。

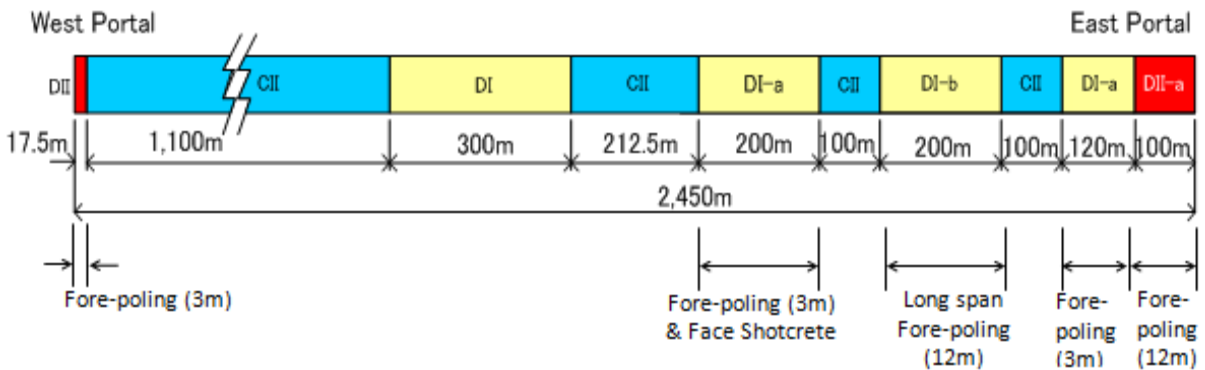






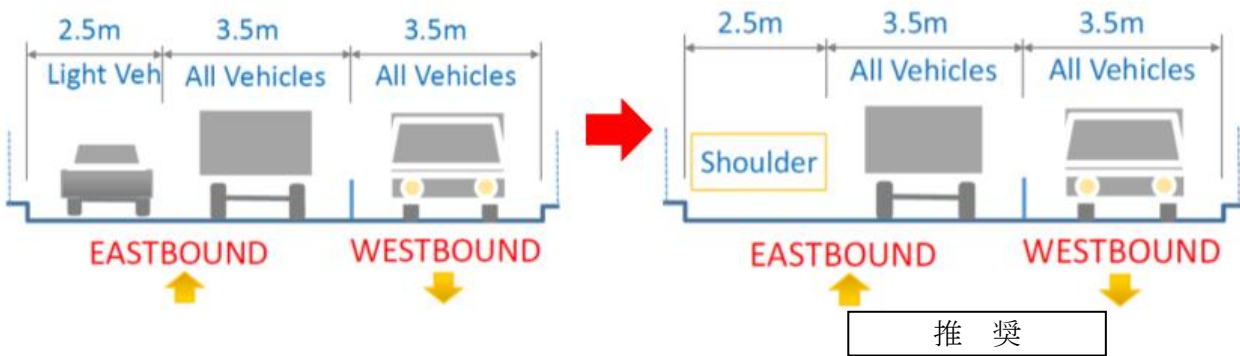
#### 4.4 トンネル掘削パターン

トンネル掘削パターンは次の通りである。



#### 4.5 トンネル車線運用

トンネル車線運用は以下の通りである。(左下図は当初案、右下図は推奨案)



トンネル車線運用は、詳細設計の段階でも十分に検討すべきである。

#### 4.6 掘削方法

- 山岳道路トンネルの掘削方法として、発破方式と機械掘削がある。
- ナグドゥンガトンネルの地質は主に頁岩の薄い水平な層と多くの割れ目が入った砂層であり、地質はあまり良くない。よって、本トンネルは、ロードヘッダーによる機械掘削で行う計画とした。



機械掘削:ロードヘッダー

#### 4.7 補助工法

日本で開発された AGF 工法を本事業にて活用する。

トンネル掘削が、非常に軟弱な地質状況で、掘削面が吹き付けコンクリートとロックボルトで自立できないような箇所が必要となる。

トンネル箇所が、断層帯のところでは、軟弱の地質状況を改良するために、薬剤注入をした AGF 工法が必要となる。

- ・ 注入式フォアポーリング(3m) : 適用総延長 337.5m
- ・ 長尺鋼管先受け工(鋼管 12m)右図参照 : 適用総延長 300.0m



#### 4.8 安全な交通運用のための様々なトンネル施設

トンネル内の安全な交通運用を行うために、以下に示す様々な施設がある。



#### 安全対策の必要性

トンネル内の運営管理では、次のリスクがあげられる。

- ・ 故障車両

- 車両からの落下物
- 駐車車両
- 交通事故
- 火災
- ◆ 火災 10 分以内で、トンネル内に煙が蔓延する。
- ◆ トンネル利用者は行動に約 4 分を要する。
- ◆ そのため、火災箇所から避難できる残り時間は 6 分となる。
- ◆ 人々は秒速 1 m で走ることができるので、火災発生箇所から 360～400m まで逃げることができる。
- ◆ 人命を守るため、安全設備は 400m 間隔に配置する必要がある。

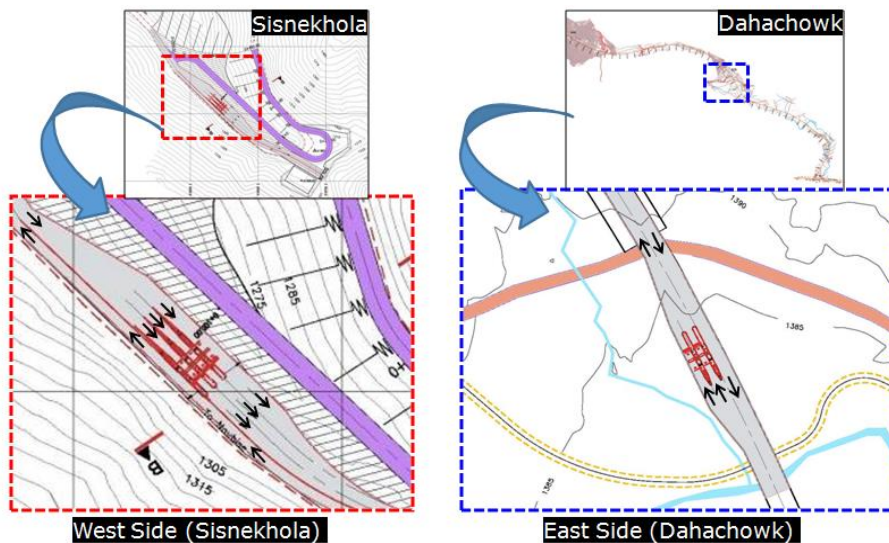
ナグドゥンガ峠トンネル場合、トンネル内の適切な換気を行うためには、必要となるジェットファンの数は 28 である。これは、2030 年の将来交通量を基にジェットファン数量を計算した。ジェットファンは、JFX-1250 の形式を想定し、トンネルの坑口から 160m 離して設置し、その後 160m 間隔で設置する計画とする。



トンネル内のジェットファン

#### 4.9 料金所の配置案（西側・東側）

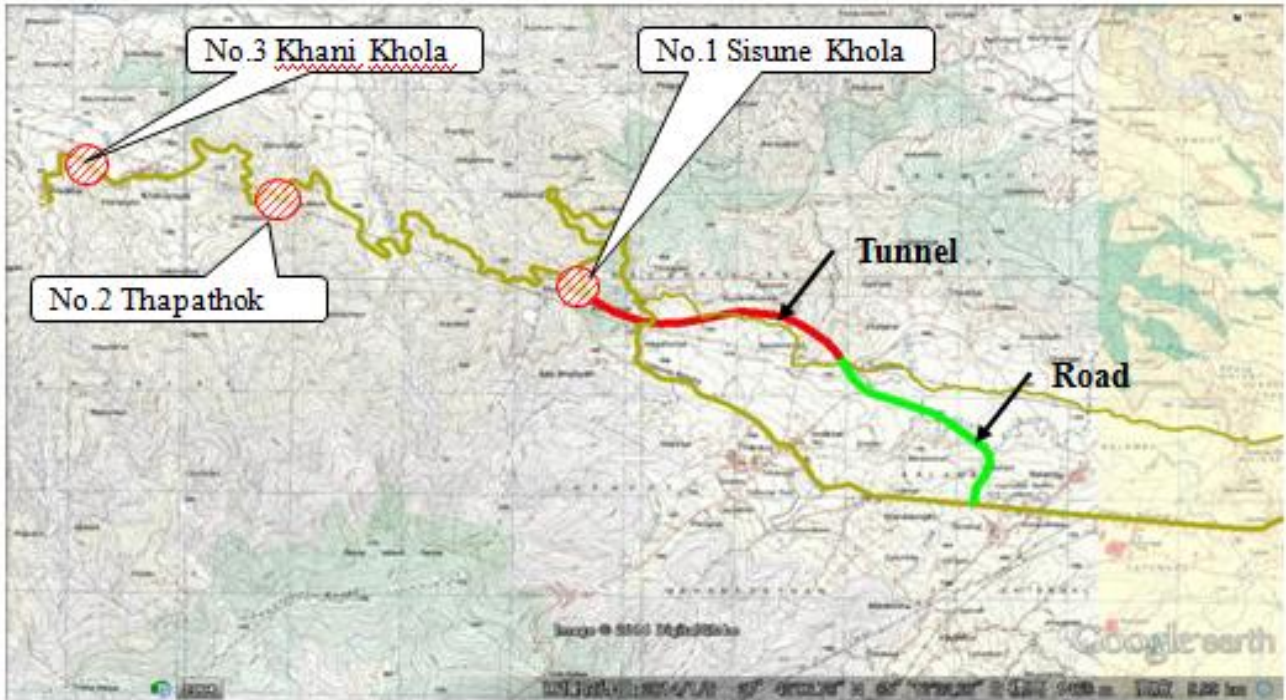
トンネルの運営・維持管理のための資金を確保するために、トンネル利用者から料金徴収することを計画している。料金所は西側及び東側トンネル坑口に近くにそれぞれ建設する計画としている。





#### 4.10 トンネル掘削の土捨て場の検討

トンネル掘削のため、240,000m<sup>3</sup>の掘削土量が発生する。そのうちの190,000m<sup>3</sup>を西側坑口から、50,000 m<sup>3</sup>を東側坑口から処分される。西側坑口からの掘削土量は適切な土捨て場に処分され、一方、西側坑口からの掘削土量はアプローチ道路建設の盛土材として活用される。西側坑口側にて、3箇所土捨て場について、以下の通り検討を行った。掘削土は No.1 の地点にて処分して、掘削土で埋めることによって平地に変えて、道の駅を整備する計画とした。



No.	箇所	トンネル坑口からの離れ	収容量	特徴	評価
1	Sisne khoka	100m	300,000 m <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>トンネル近く、土捨のコストが安い。</li> <li>トンネル管理施設の設置に活用</li> <li>トンネルの排水の有効活用</li> </ul>	◎
2	Thapathok	5.3km	140,000 m <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>トンネルから離れている。</li> <li>収容量不足</li> </ul>	△
3	Khanikhola	8.3km	125,000 m <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>眺めがよい。</li> <li>トンネルから離れている。</li> <li>5家屋の移転, 収容量不足</li> </ul>	△

#### 4.11 土捨て場の開発計画

西側坑口の土捨て場はトンネル掘削材を活用して平地にならして、そこに道の駅として整備することを提案する。

## 西側坑口の道の駅

広場、トイレ、レストラン、土産店、駐車場が整備される。

### 提供される施設:

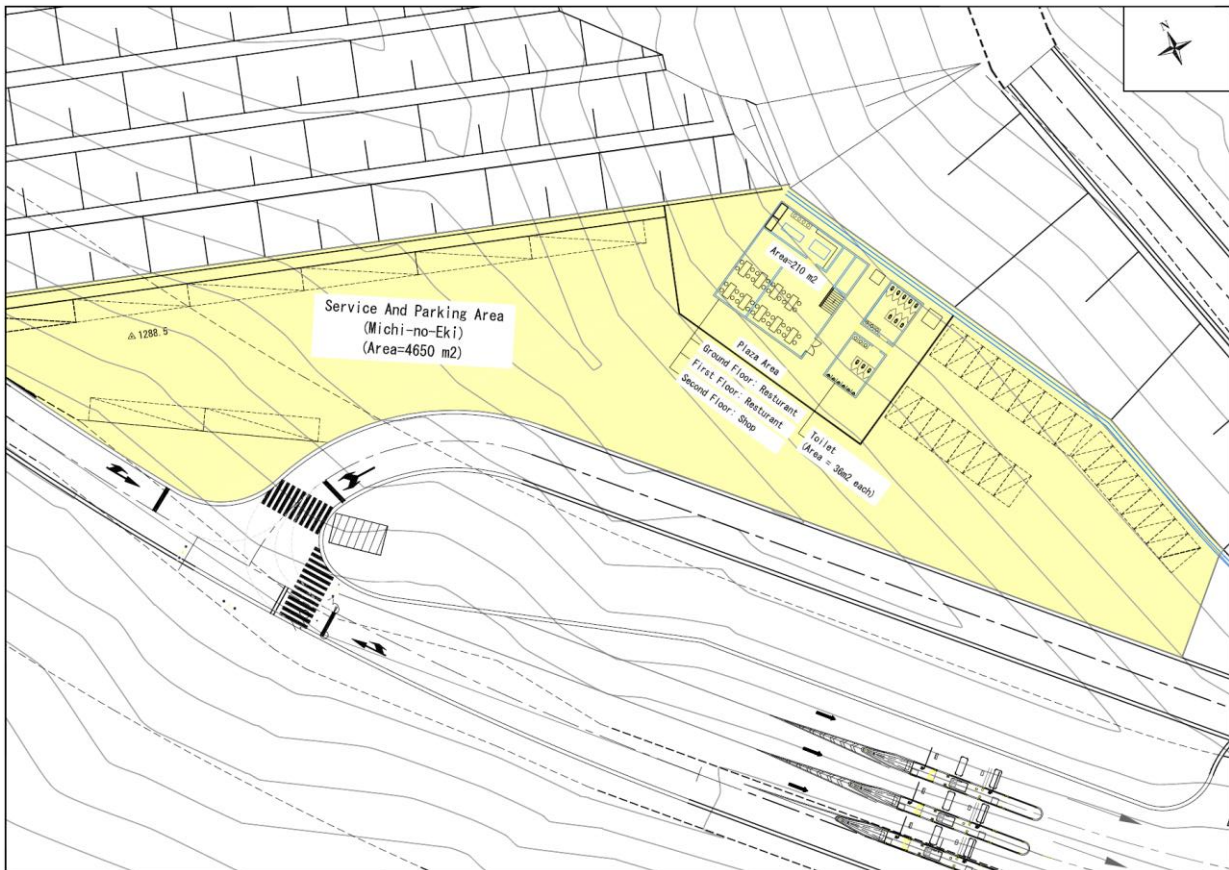
面積: 4,650 m<sup>2</sup>

駐車スペース: 大型車 8 台、小型車 25 台

ファーストフードレストラン (1 階): 215 m<sup>2</sup>

土産店 (2 階): 215 m<sup>2</sup>

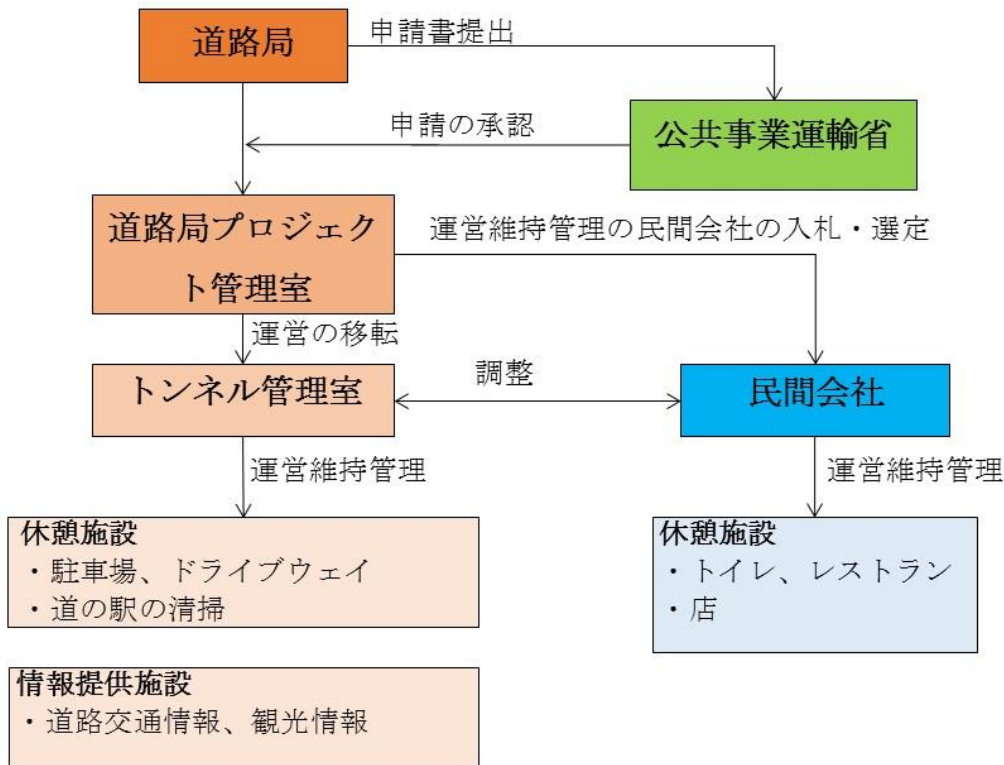
トイレ 男性用: 36 m<sup>2</sup>、女性用: 36 m<sup>2</sup>



## 4.12 土捨場整備の運営組織

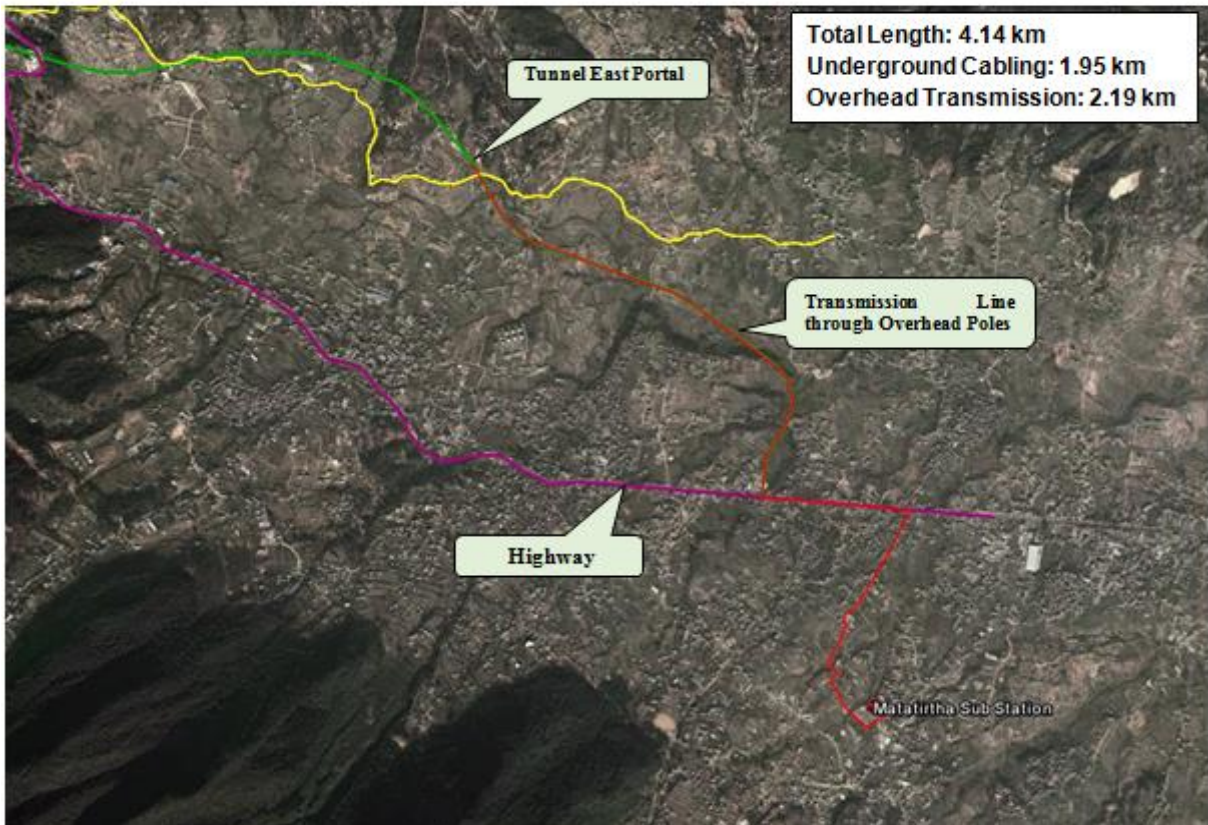
道路局・事業管理部署が、道の駅を管理して、レストラン・店舗を運営・管理する民間会社を選定することを提案する。駐車スペース、情報提供などの運営・管理は、トンネル管理事務所が実施することが想定される。

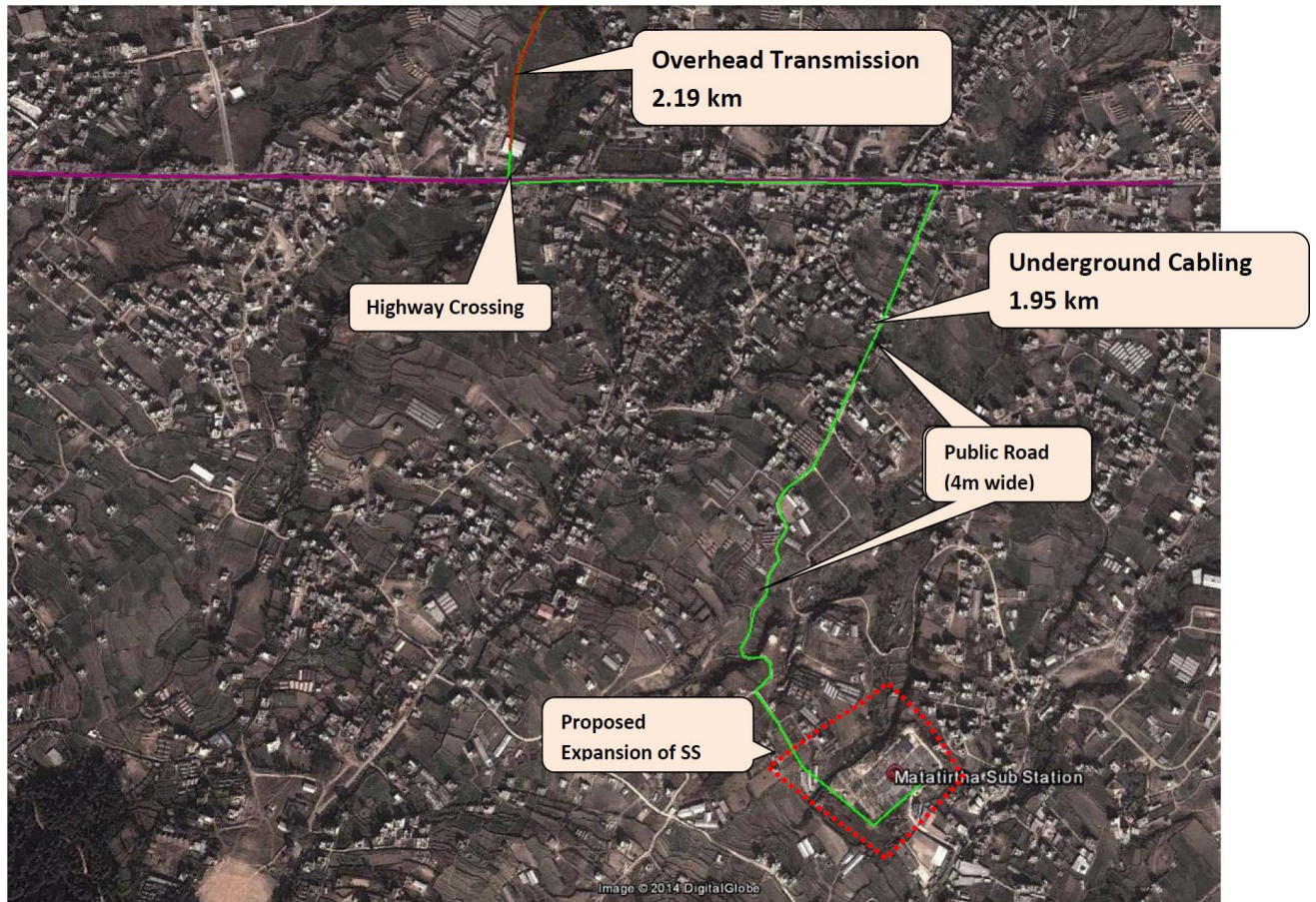




#### 4.13 送電線計画

トンネルの安全な運用を実施するためには、種々のトンネル施設を運用できるよう、専用の電力供給が極めて重要である。トンネルの平常運用には、安定した電力が極めて必要とされ、特にジェットファンと電気照明の運転が重要である。11 キロボルトの送電線がネパール電力庁の Matathirtha 変電所から、トンネル東側坑口まで建設される。





#### 変電所及び送電線の設備

- Vacuum Circuit Breaker (VCB) Switch Gear – 2sets – 11kV
- Adaptation Panel – 2sets
- Power Cable (11kV) for underground cabling – 1.95 km length
- Overhead Transmission Line Cable – 2.19 km length
- H-Poles – 45 nos.
- Civil Works for Cable Laying : RCC Channel Box (Pre-cast)

#### 東側坑口のスイッチヤードの設備:

- Transformer (11kV/400V), Dry, Indoor Type, Capacity 750kVA x 2 nos.
- Bus coupler – 2 nos.
- Air Circuit Breaker (ACB) Switch Gear

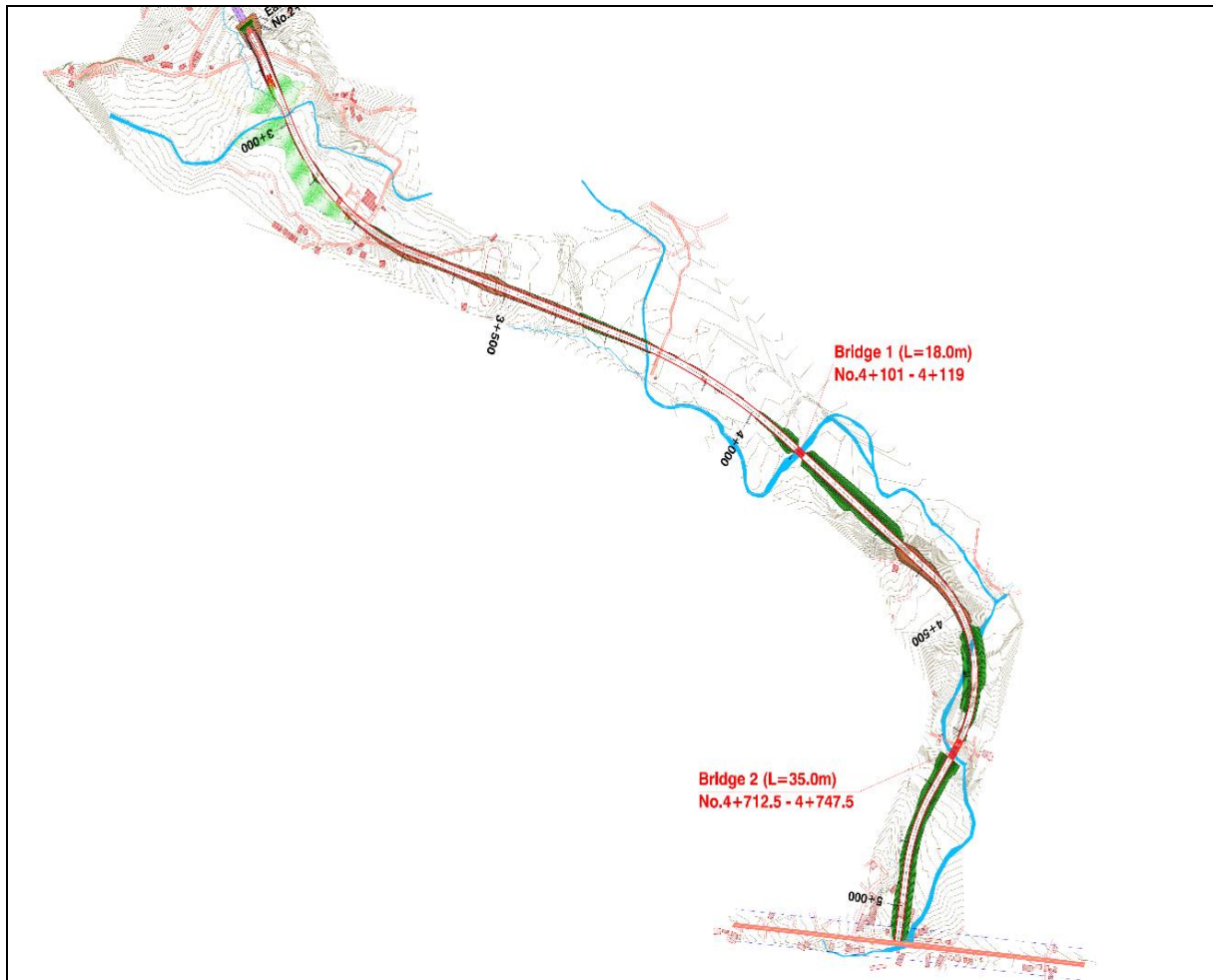
公共事業運輸省は、エネルギー省及びネパール電力庁と「Uninterrupted Power Supply and Dedicated Feeder including grid connection for Tunnel」に関する覚え書き（案）に関し、協議を行い最終化する予定である。



## 5. アプローチ道路の予備設計

### 5.1 アプローチ道路

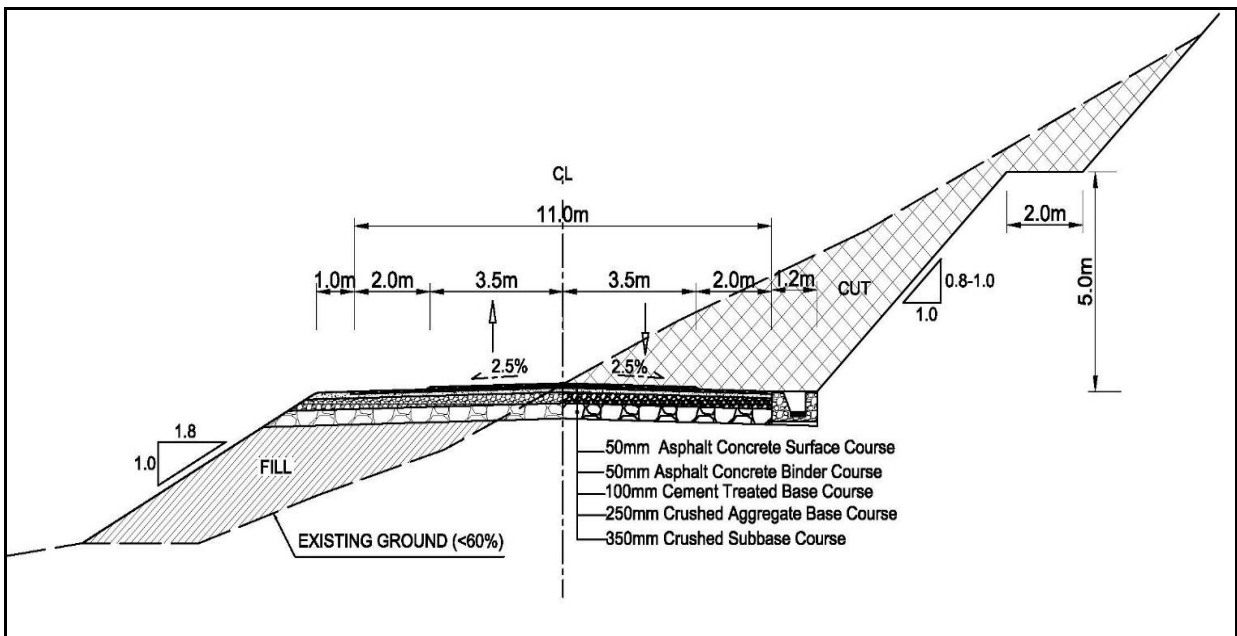
アプローチ道路は、西側 0.4km 東側 2.20km の合計 2.60km からなっており、2つの橋梁と3つのボックスカルバート建設が必要となっている。



## 5.2 道路設計の設計条件

提案する道路の設計条件は下表のとおりである。

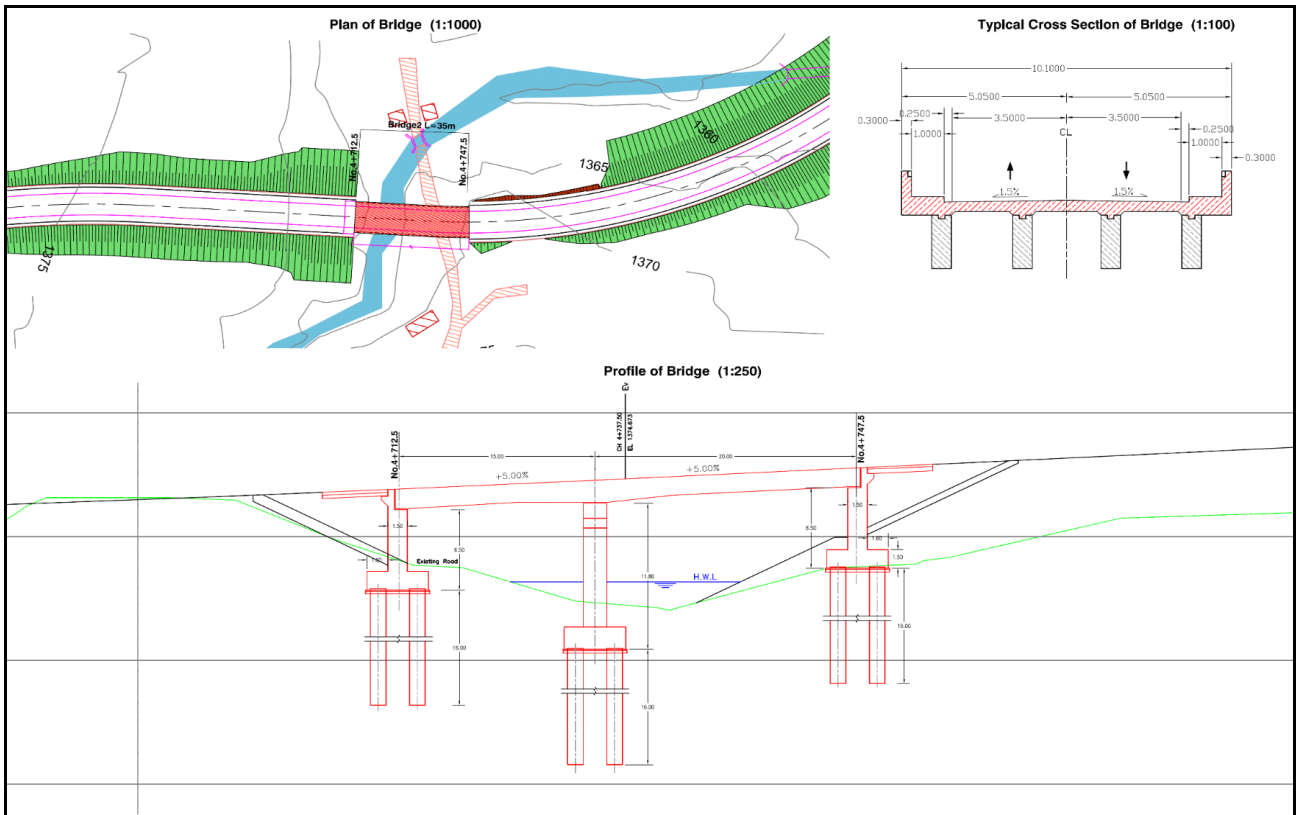
No.	項目	基準値	参考	備考	
1	道路種別	国道 Class II			
2	設計速度 (km/h)	60.0		5000-20000 乗用車/日	
	横断	車線数	2.0		
		全幅 (m)	12.0		
		車線幅 (m)	7.0		
		路肩幅 (舗装) (m)	2.0		
		保護路肩 (未舗装) (m)	1.0		
		横断勾配 (%)	2.5		
		法面勾配			
			盛土	V:H = 1:1.8	日本道路構造令
	切土	V:H = 1:0.8 to 1.8	日本道路構造令		
3	視距	停止視距 (m)	65	ネパール道路基準	
4	追越し	追い越し視距 (m)	300		
5	平面線形	最小曲線半径 (m)			
		望ましい値 (m)	150		
		標準値 (m)	100		
		特例値 (m)	90		
		最大方勾配 (%)	6		
		緩和曲線最小曲線長 (m)	50	日本道路構造令	
6	縦断線形	最急縦断勾配 (%)	4	ネパール道路基準	
		最急縦断勾配 (制限長付き) (%)	6	ネパール道路基準	
		制限長 (m)			
		最急縦断勾配以下の場合	制限なし	ネパール道路基準	
		最急縦断勾配以上の場合	210	ネパール道路基準	
		最小準団曲線半径 (m)			
		凸曲線	1000		
凹曲線	1200				



標準道路断面

### 5.3 橋梁平面、縦断及び断面 (RC コンクリート, 2 スパン, 35M)

提案する橋梁の1つについて、平面・縦断及び断面図を以下に示す。



## 6. 事業コンポーネント

本事業は、基本的には下記のように構成される。

- |                    |  |
|--------------------|--|
| 1. 土木工事            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ トンネル建設</li> <li>・ アプローチ道路、橋梁建設</li> <li>・ 掘削土・岩の土捨場整備</li> <li>・ トンネル運用のための電力供給施設</li> <li>・ その他必要な施設 (道の駅、料金所他)</li> </ul>                       |
| 2. コンサルタント         | <ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">・ 詳細設計</li> <li style="width: 50%;">・ 入札支援</li> <li style="width: 50%;">・ 入札図書準備</li> <li style="width: 50%;">・ 施工管理</li> </ul> |
| 3. 用地取得、住民移転       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 道路用地取得</li> <li>・ 住民移転計画の実施</li> </ul>  |
| 4. トンネル運営維持管理の能力向上 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ トンネル運営維持管理のための能力向上プログラム</li> </ul>  |



## 7. 事業費

予備設計に基づいた事業費は次の通りである。

1) 建設費 (2014年価格)	
・ トンネル建設	100.1 億 NPR
・ 料金所	0.3 億 NPR
・ アプローチ道路／橋梁	6.7 億 NPR
・ 電力供給施設・送電線	1.5 億 NPR
・ その他 (土捨場、道の駅、管制施設)	2.1 億 NPR
<b>合計</b>	<b>110.7 億 NPR</b>
・ 予備費 (10%)	11.1 億 NPR
<b>予備費を含めた合計</b>	<b>121.8 億 NPR</b>
2) コンサルタント費	
・ 詳細設計・業者調達・施工管理	8.6 億 NPR
・ トンネル運営維持管理の能力向上	1.0 億 NPR
<b>コンサルタント費計</b>	<b>9.6 億 NPR</b>
3) 用地取得費他	
・ 土捨場を含む用地取得費	12.7 億 NPR (政府価格) 25.9 億 NPR (市場価格)

注：VATは含まれず

## 8. 経済分析

### 8.1 便益の定量化

車両運行費削減と旅行時間費削減の2つの便益を定量化した。車両運行費単価（2014年）は次の通りである。下表のとおり、縦断勾配(Gradient)に応じて車両運行単価を設定した。

Gradient= 0		NPR/veh-km				
Speed (km/hr)	Car	S_Bus	M_Bus	H_Bus	L_Truck	H_Truck
10	26.9	35.8	77.4	135.2	30.7	127.8
20	23.5	29.8	54.8	89.0	26.9	95.1
30	20.2	23.8	32.3	42.7	23.1	62.4
40	19.4	22.6	28.8	36.6	22.2	55.0
50	18.3	21.0	24.3	29.1	20.7	45.0
60	17.5	19.8	21.3	24.3	19.6	38.4

Gradient= 3.2%		NPR/veh-km				
Speed (km/hr)	Car	S_Bus	M_Bus	H_Bus	L_Truck	H_Truck
10	27.0	36.3	83.9	155.0	32.4	136.7
20	23.7	30.2	59.4	102.0	28.4	101.7
30	20.3	24.1	35.0	48.9	24.4	66.7
40	19.6	23.0	31.2	41.9	23.4	58.9
50	18.5	21.3	26.3	33.3	21.9	48.1
60	17.6	20.0	23.1	27.9	20.7	41.1

Gradient= 7.0%		NPR/veh-km				
Speed (km/hr)	Car	S_Bus	M_Bus	H_Bus	L_Truck	H_Truck
10	28.0	41.3	105.4	211.5	40.9	182.3
20	24.5	34.4	74.6	139.2	35.9	135.6
30	21.0	27.4	43.9	66.8	30.8	89.0
40	20.3	26.1	39.2	57.3	29.6	78.5
50	19.1	24.2	33.0	45.5	27.6	64.1
60	18.3	22.8	29.0	38.0	26.2	54.8

出典：調査団

車両時間費単価（2014年）は次の通りである。

車種	NPR/台・分
乗用車	12.2
マイクロバス	22.1
ミニバス	18.4
大型バス	58.8
軽トラック	3.3
大型トラック	7.6

出典：調査団

### 8.2 経済評価結果

上に示した、車両運行費用及び車両時間単価から便益を算出して、事業費を経済費用に換算して、経済評価を実施した。経済評価結果は次の通りである。

No.	指標	結果
1.	現在価値 (NPV)	120 億 NPR
2.	費用対効果 (BCR; B/C)	1.13
3.	経済内部収益率(EIRR)	13.3%

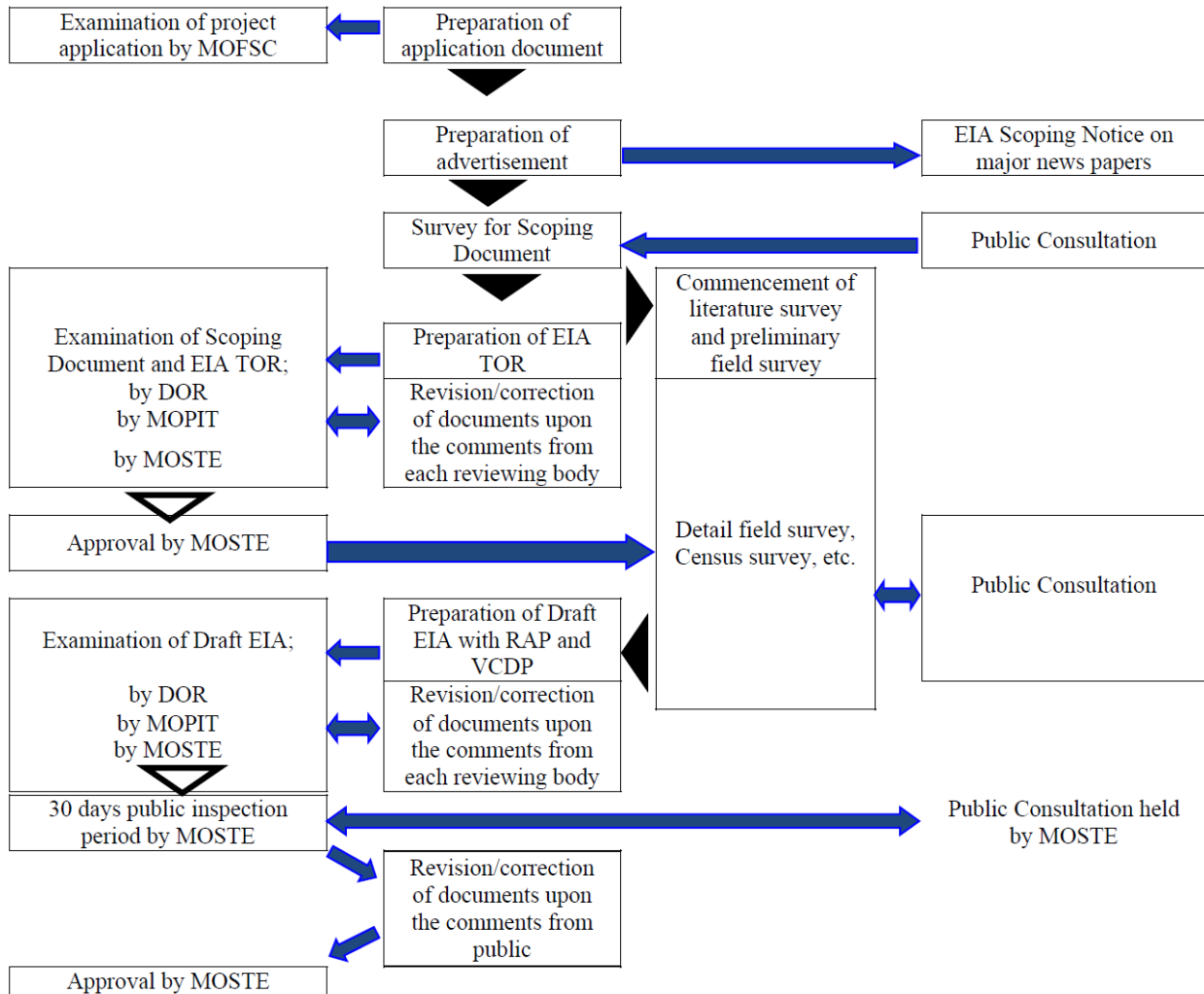
割引率は12.0%として計算。 出典：調査団

本事業の経済費用と便益から現在価値（NPV）は正となり、経済内部収益率（EIRR）は13.3%で、政府目標値の12%より高いことから、本事業は経済的に実行可能である。

## 9. 環境社会配慮

### 9.1 調査フロー

調査のフローを以下に示す。本調査では EIA（案）を作成し、科学・技術・環境省(MOSTE)からの EIA の承認を得るよう支援を行った。

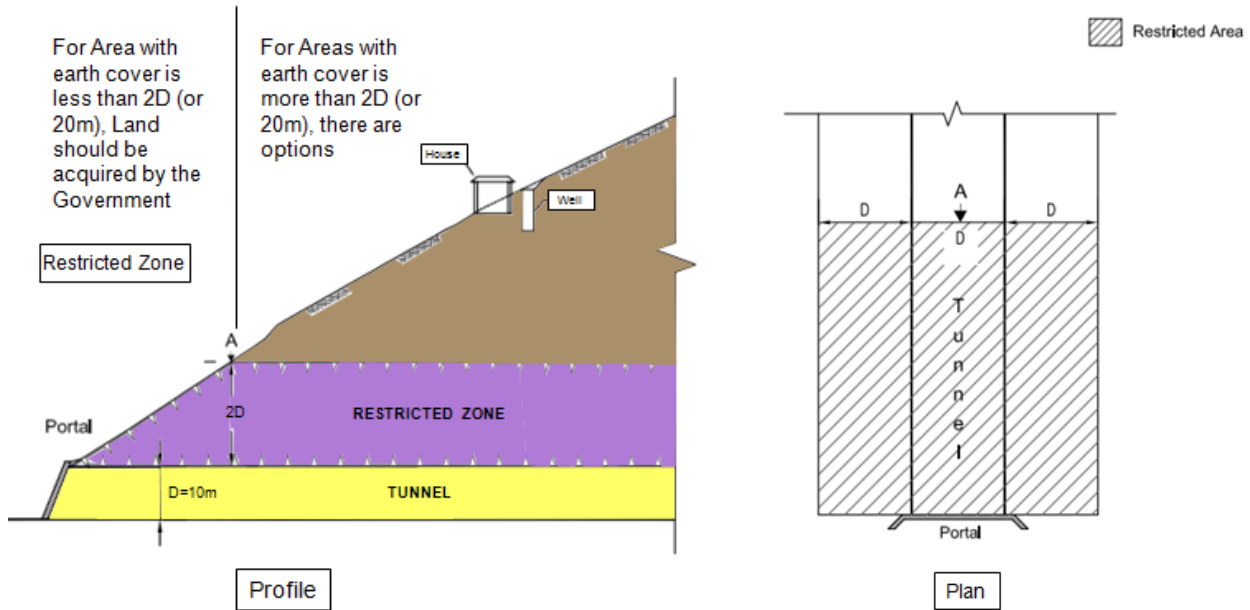


### 9.2 建設中及び建設後のトンネル区間の保護

- トンネルのライフスパンを確保するために、トンネル上部の開発を禁止し、管理しなければならない。
- 不均一もしくは過度の荷重は、制限しなければならない。
- 中高層建物の建設、井戸掘削・杭打ちなどは、禁止・制限する必要がある。
- トンネルの重要範囲は、2 Dの範囲とする。（Dはトンネルの高さ、もしくは幅であり、本事業では20mとする。）

### 9.3 トンネルの重要範囲（もしくはトンネル制限範囲）

トンネルの重要範囲もしくは制限範囲(Restricted Zone)は、トンネル土被りが2 D（もしくは20m）より小さい範囲である。この範囲の用地は、政府が取得しておくべきである。



#### 9.4 地表土地所有者の地下部分の権利

- 地表土地所有者の地下部分の所有権に関し、明記する法律が、何かあるか？
- 調査団が調べた限り、地表所有者の地下部分の所有権に明記した法律は存在しない。
- そのため、地表土地所有者は、地下部分の開発もすることが可能であると思われる。(彼らが地表下の箇所でも何でも処罰されない。)

#### 9.5 トンネル保護方法

##### (1) トンネル上部の土被りが2D（もしくは20m）より少ない範囲

この範囲に対して、トンネル上部のいかなる開発はトンネルの安定性に影響を与えるであろう。よって、政府は、その範囲に関しては、用地を取得し、通常のプロセスを通じて土地権利を政府に移管することが推奨される。

##### (2) トンネル上部の土被りが2D（もしくは20m）以上の範囲

###### オプション1：全て用地取得

このオプションは、既存の法規に基づき実施できるが、非常に費用がかかる。このオプションでの用地の補償は、法律に従い、構成される補償決定委員会によって決定される。

###### オプション2：一部用地取得と一部制約

###### オプション3：全て用地取得、但し、既存所有者の所得権利はそのまま

このオプションは、オプション1よりも安いかもしれないが、オプション2よりも高くなる。各所有者との合意を行うのが大変である。

オプション4：政府による土地取得はないが、補償することである程度の開発行為を制限  
用地取得法2034の改訂、もしくは新しい法規の制定が必要となるかもしれない。(推奨案)

###### オプション5：長期間のリース（100年程度）

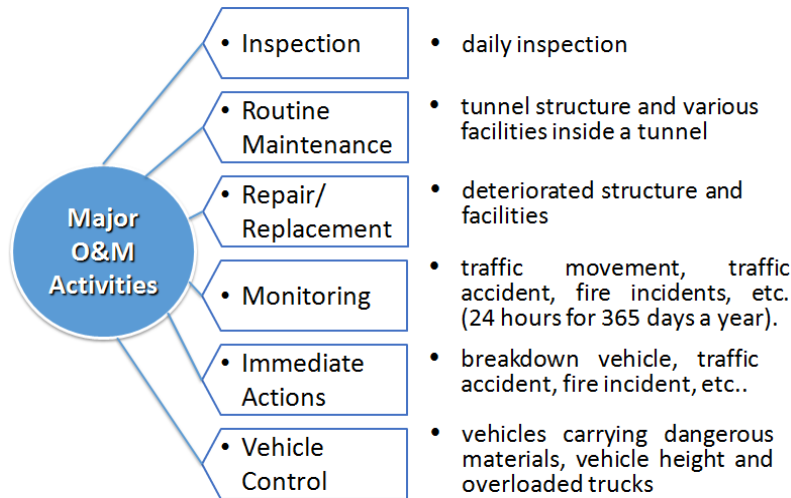
**推奨**

もし新しい法規が制定されるか、既存の用地取得法 2034 の改訂が行われれば、オプション 4 が最も望ましい。政府は用地取得をしないで済み、土地所有者もある制限のある権限となるが、土地利用制限に対する補償額が支払われる。

**10. トンネル運営維持管理**

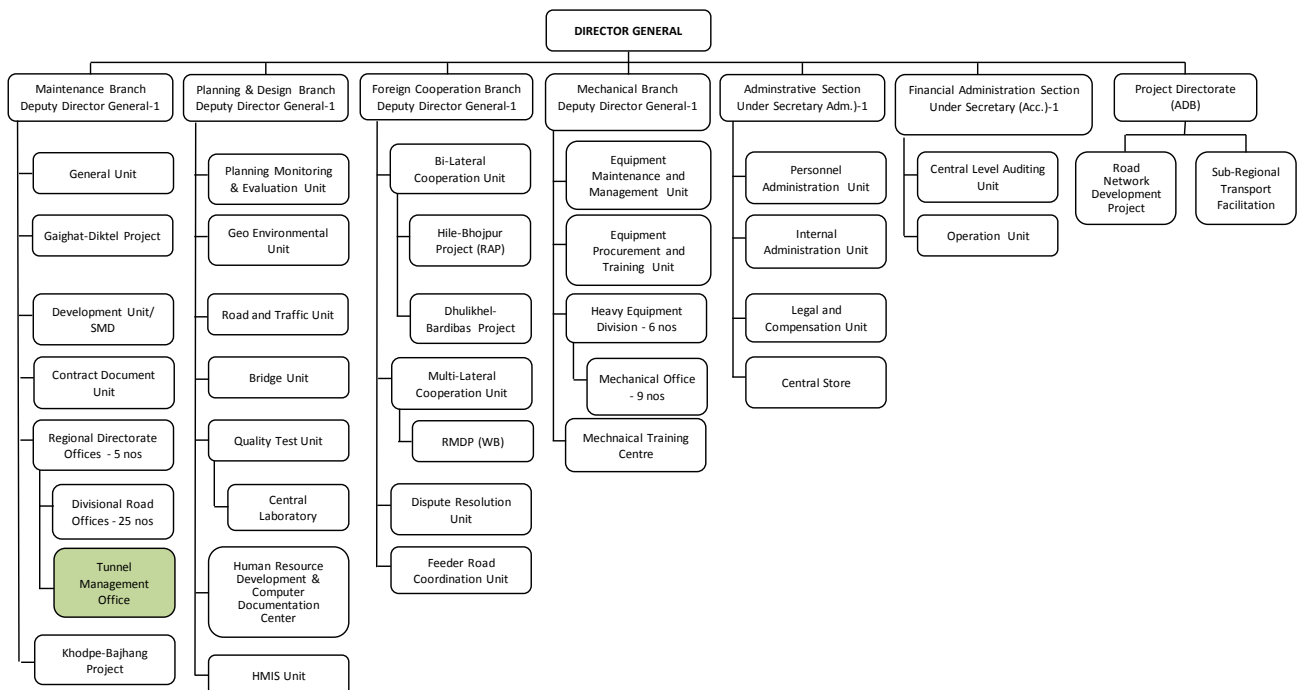
**10.1 主な運営・維持管理活動**

主な運営・維持管理活動は次のとおりである。点検、日常管理、修理・補修、モニタリング、緊急行動、車両管理となる。



**10.2 トンネル運営・維持管理組織**

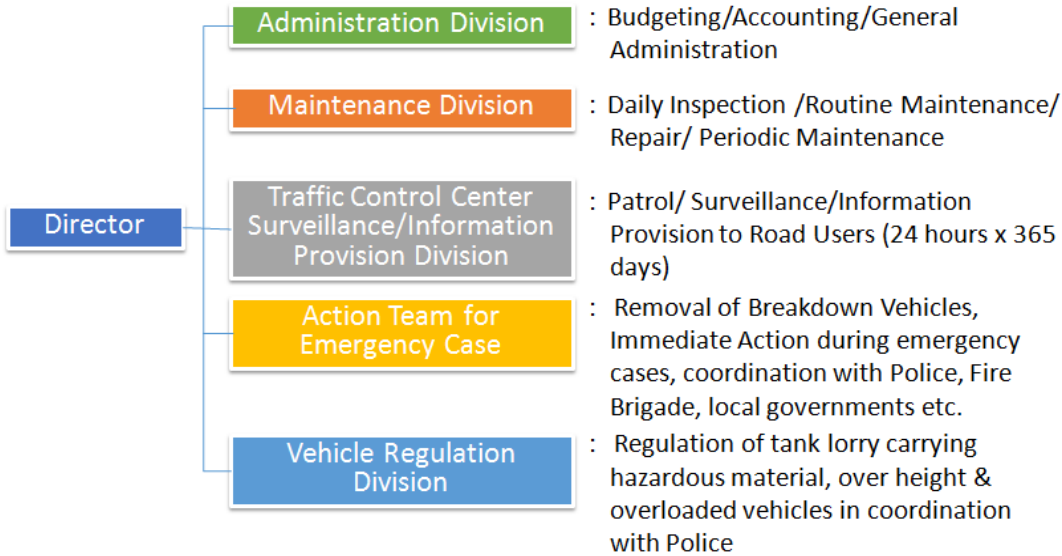
トンネル運営・維持管理の組織は下記に示すとおりである。



**DOR 組織図 (着色箇所がトンネル管理事務所)**



トンネル管理事務所は下記のような組織になると考えられる。



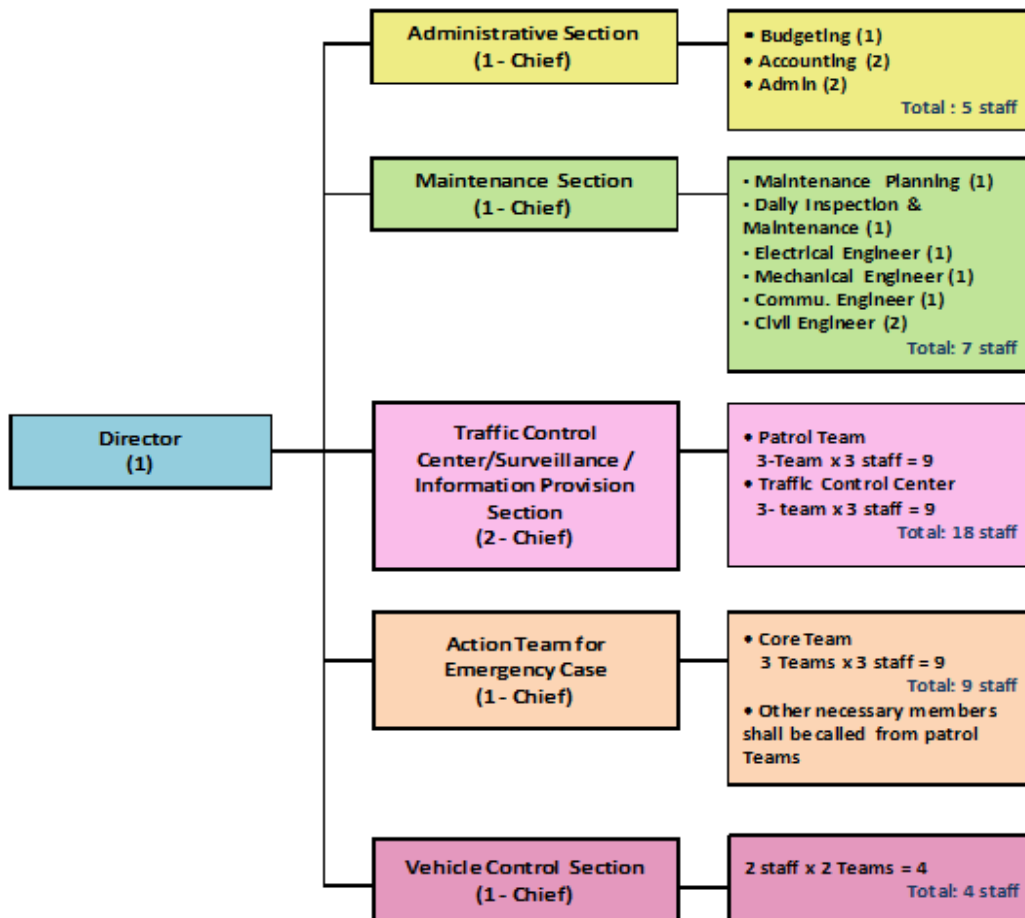
トンネル管理事務所組織

### 10.3 トンネル管理事務所の必要人員

トンネル管理事務所は、下記のスタッフから構成されると考えられる。

スタッフ数= 50名

もし、料金徴収する場合、20名の追加となる。



### 10.4 年間の運営・維持管理費

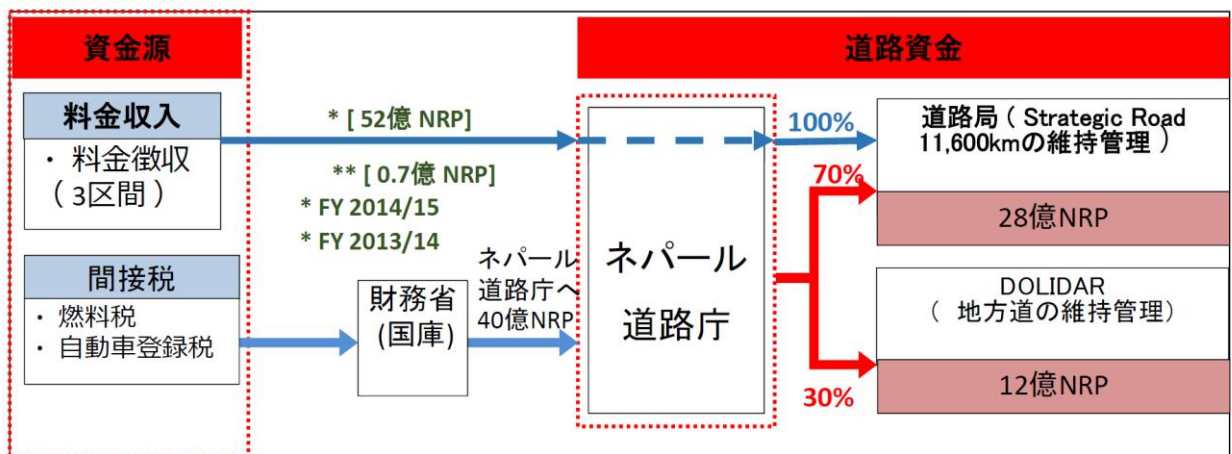
必要とされるトンネルの年間の運営・維持管理費は、4,410 万 NPR である。

		100 万 NPR/年
電気代	25.0	(58%)
人件費を含むトンネル管理事務所運営費	13.1	(28%)
維持管理/交換パーツ他	6.0	(14%)
合計	44.1 百万 NPR/年	

もし、料金徴収が実施されるのであれば、追加の運営・維持管理費は 650 万 NPR/年となる。

### 10.5 道路維持管理のための道路基金

現在の道路基金のフローは次の通りであり、本事業に必要な維持管理費とのギャップが大きい。トンネル運営・維持管理費を確保するためには、料金徴収等が必要と考えられる。



道路資金の流れ



### 10.6 料金徴収の支払い意思金額

トンネル運営・維持管理の資金を確保するために、下表に示す料金徴収が必要になってくる。

道路利用者の利用料金	
1台あたりの利用料金	
普通車	大型車
25 NPR	35 NPR

支払い意思によるインタビュー調査結果では、乗用車運転手の 90%が上記料金を支払っても利用したいと回答した。また、大規模トラック会社オーナーは、35 NPR 以上の料金を支払ってでも、利用したいと回答した。

よって、トンネル運営・維持管理費を確保できるようトンネル利用者から料金を徴収することを推奨する。

## 10.7 課題の要約

### ネパール道路庁による料金徴収

ネパール道路庁は、道路利用者からの料金を徴収する権限を持つ唯一の公共団体である。ネパール道路庁は、現在料金徴収を民間企業のアウトソーシングで実施している。同じシステムが本トンネル事業に適用できる。

ネパール道路庁と道路局は、トンネル運営・維持管理の料金徴収の合意をすべきであり、この料金収入は、トンネル運営維持管理のみ使われるべきである。

### トンネル管理事務所の運営

トンネル管理事務所は、道路局によって管理される。ネパール国の最初のトンネル建設事業であるため、道路局はトンネル管理の経験はほとんどない。トンネル開通の前に先立って、道路局は様々な能力向上プログラムを経験すべきである。

民間セクターによってトンネル運営維持管理を実施するオプションもあるが、民間セクターもまた、公共インフラ管理をした経験がないため、これは推奨されない。

### 料金徴収方針

- ◆ 料金は普通車で 25 NPR、大型車で 35NPR とする。(2014 年価格)
- ◆ ネパール道路庁は、道路利用者から料金を徴収し、道路局は、トンネル管理事務所を新設して、運営・維持管理を実施する。ネパール道路庁は、民間会社に料金徴収を委託して、実施するであろう。
- ◆ ネパール道路庁により徴収される料金は、ネパール道路庁の事務管理費を差し引いた後、道路局へ移され、トンネル運営・維持管理のみに利用される。
- ◆ ネパール道路庁によって徴収する料金収入は、6 ヶ月毎に道路局へ移される。最初の 6 ヶ月間の必要となる運営・維持管理費は、ネパール道路庁の道路資金が道路局へ割り当てられる。
- ◆ ネパール道路庁は、料金収入がトンネル運営・維持管理のみに利用されているかどうか、定期的にモニタリングを行う。

## 11. 実施計画

### 11.1 実施機関

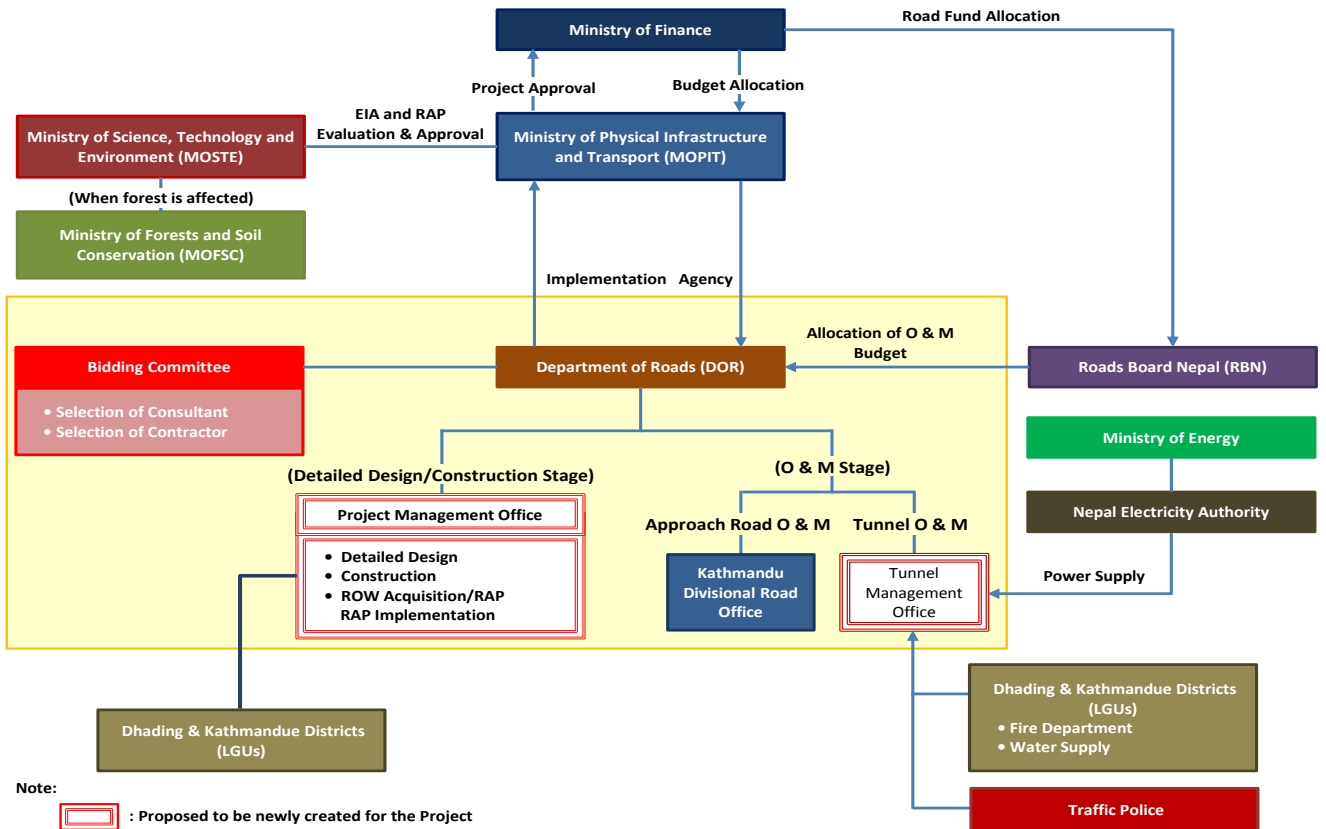
#### a) 詳細設計・建設時の実施機関

- 公共事業運輸省 道路局
- 本事業のために、事業管理事務所が設立される。

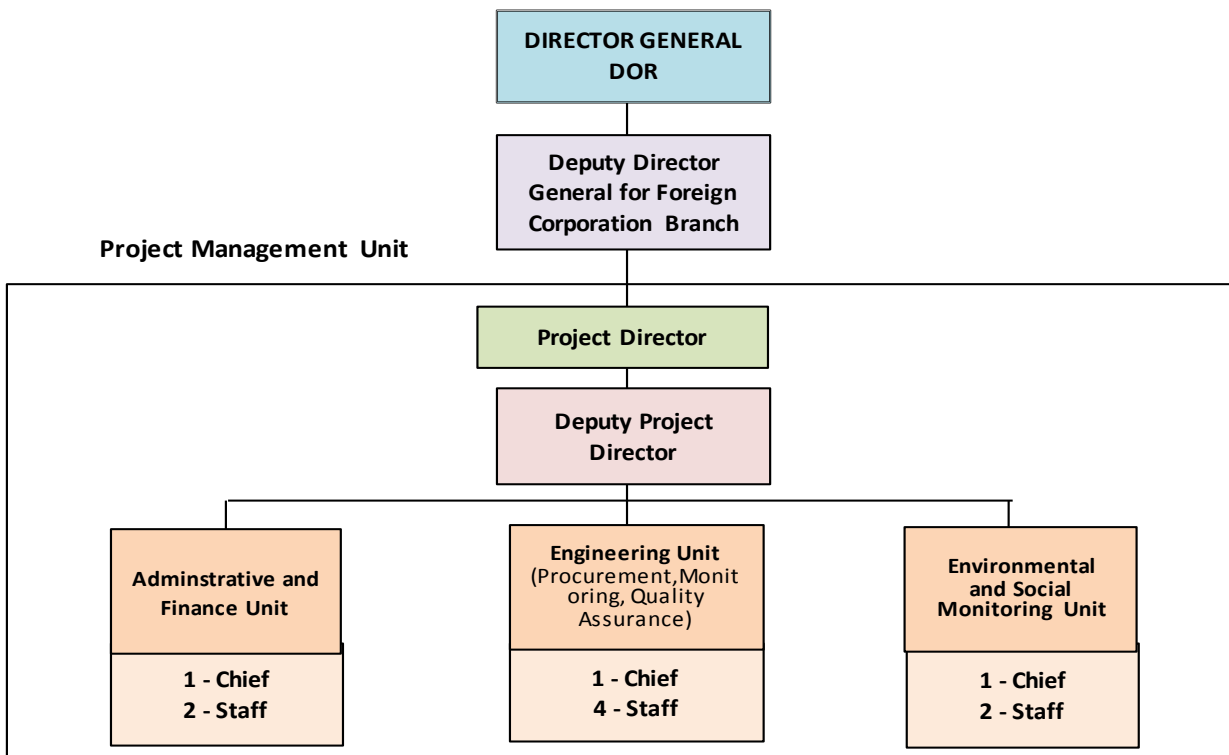
#### b) 運営・維持管理時の実施機関

- 公共事業運輸省 道路局がトンネル運営・維持管理の責任機関となる。道路局が、トンネル管理事務所を新設する。
- ネパール道路庁が料金徴収を実施し、道路局にトンネルの運営・維持管理費に使われる。





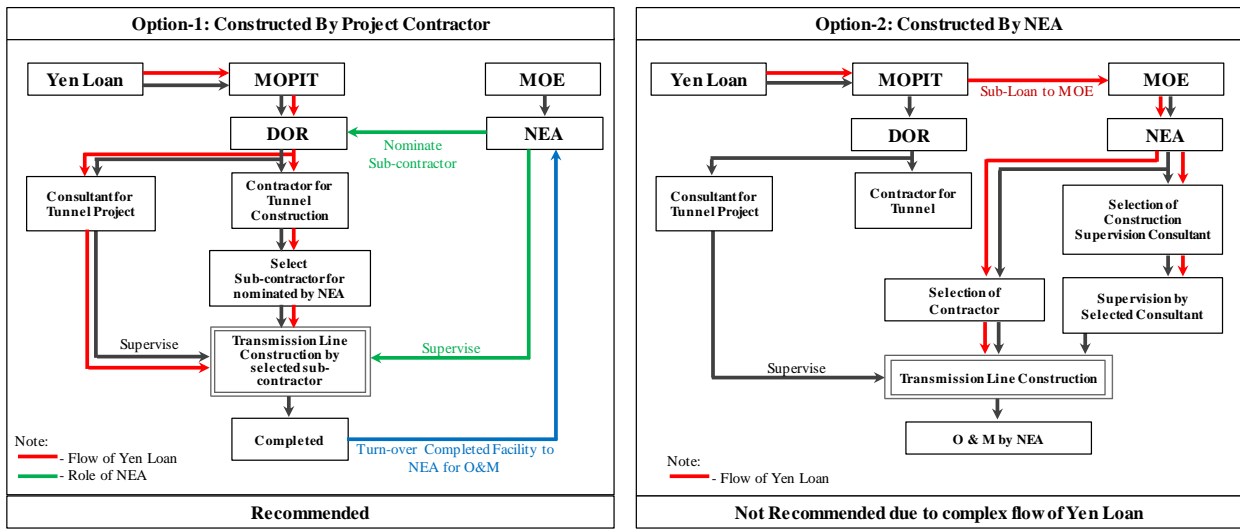
事業実施組織図



事業管理事務所体制図 (案)

送電線建設に関するフレームワークは、下記に示す、事業の建設業者が行う場合とネパール電力庁が行う場合の2つのオプションがある。オプション1を推奨する。

Frame work of Transmission Line Construction Work



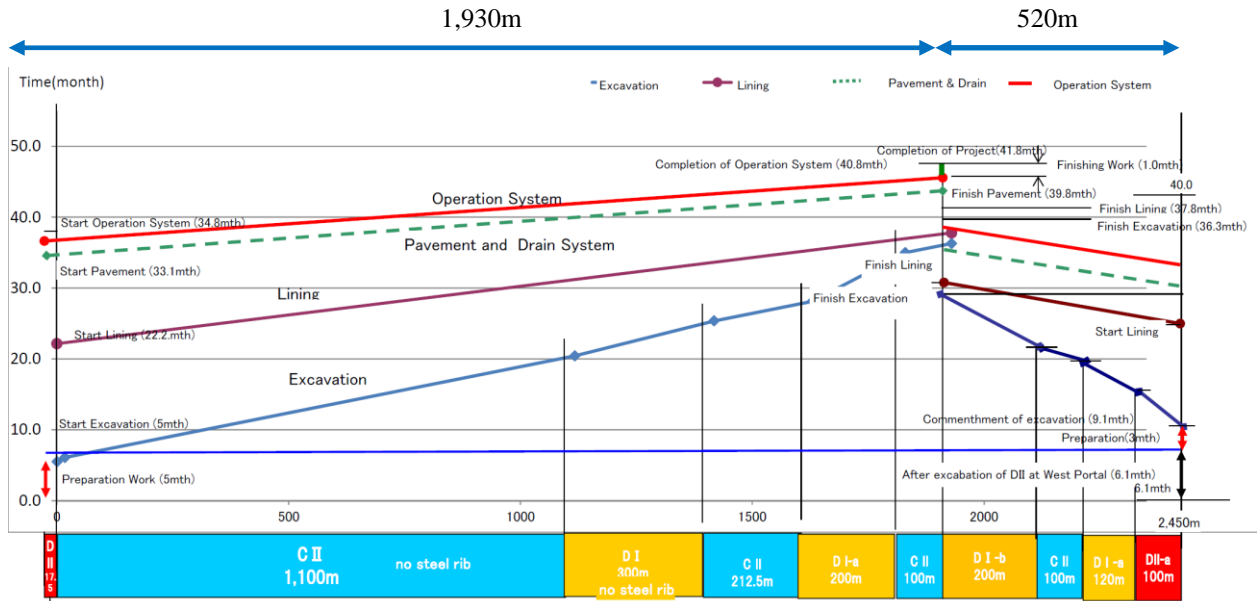
### 11.2 実施計画

事業の実施計画は次の通りである。

	Period	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Project Appraisal	November 2014	●								
Pledge	February 2015		●							
E/N	March 2015		●							
L/A	March 2015		●							
Procurement of Consultant	12 months (2015.3 ~ 2016.2)		3 (12months)	2						
Detailed Engineering Design	12 months (2016.3 ~ 2017.2)			3 (12months)	2					
Procurement of Contractor	14 months (2016.11 ~ 2017.12)				1 (14 months)	2				
Right-of-Way Acquisition	14 months (2016.11 ~ 2017.12)				1 (14 months)	2				
Construction	42 months (2018.1 ~ 2021.6)					1 (42 months)	6	6	6	6
Construction Supervision	54 months (2018.1 ~ 2022.6)					1 (42 months)	6	6	6	6
Capacity Development for O & M	12 months (2020.7 ~ 2021.6)							7 (12 months)	6	
Operation and Maintenance	2021.7 ~								7	

### 11.3 トンネルの建設スケジュール

トンネルの建設期間は42ヶ月を予定している。



### 11.4 建設業者及びコンサルタントと調達

実施機関である道路局は、建設業者とコンサルタントを選定する。

実施機関	契約パッケージ	選定方法
道路局	トンネル、アプローチ道路、橋梁、料金所、交通管制事務所、土捨場、送電線の土木工事	PQ付国際入札、2封筒1ステージ入札 (参考書類：JICA Standard Bidding Documents under Japanese ODA Loans (Work) JICA Standard Pre-Qualification Documents under Japanese ODA Loans)
	詳細設計、施工管理、トンネル運営・維持管理能力向上プロジェクトのコンサルタント業務	ショートリスト及び技術評価による選定 (QBS) (参考書類：JICA Standard Request For Proposals under Japanese ODA Loans (Consultants))

### 11.5 チェンジオーダーに関するフレキシブルな対応

詳細な調査を実施したとしても、正確な地質状況を示すことが不可能である。それゆえ、トンネル掘削にて当初の想定していない地質状況が現れた際には、チェンジオーダーの早急な決定が必要とされる。早急な意思決定は、継続的にトンネル掘削作業を行うために必須である。それ故、次のことを考慮する必要がある。

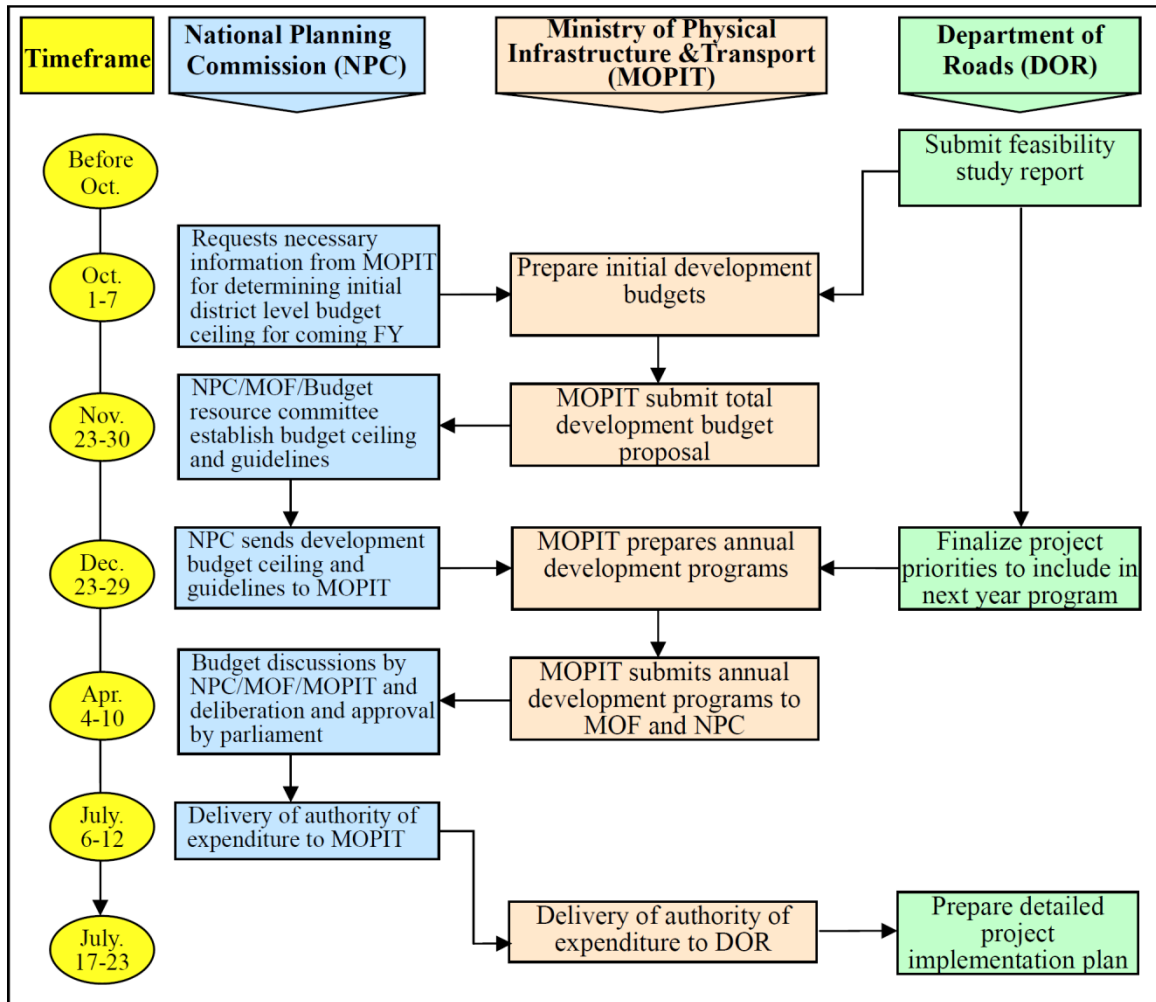
1. 政府は、コンサルタント（コンサルタントへは適切な権限を与えられるべきである。）の推奨の基にチェンジオーダーを承認することができる。
2. この条件は、施工業者との契約書に明記すべきである。（これを明記することで、応札業者が、適正価格で応札する。）
3. 道路局は、可能なチェンジオーダーに対応できるよう十分な予算を確保すべきである。（物価変動予備費、予備費）は、年度予算に含めておくべきである。）
4. もし、必要であれば、道路局は、想定外の地質状況に出くわしたときに、本事業の継続性を確保するために、他事業の予算から、このトンネル事業へ予算の再調整を考えておくべきである。



## 12. 事業承認とプロセス

### 12.1 事業承認

全ての事業は、国会からの承認が必要とされ、承認のプロセスは以下の通りである。



## 13. 事業評価

JICA は、本事業の借款契約が締結されるやいなや、事前事業評価報告書が発行される。この報告書は次の 8 項目から構成されている。1) 事業名、2) 円借款の必要性と正当性、3) 事業の目的、4) 事業の概要、5) 運用効果指標(評価指標)、6) 外部要素によるリスク、7) 既存の類似事業の評価結果と教訓、8) 評価計画

JICA は、事業完了の 2 年後に事後評価を実施し、事業の効果・インパクト・持続性を評価しなければならないこととなっている。ネパール政府は、評価の時期に確認して、運用効果指標を含め、必要となる評価結果を提出しなければならない。

以下に、運用効果指標を示す。

指標	現況 (2014 年)	将来 (2023 年)
<b>運用指標</b>		
年平均日交通量	7,700 (台/日)	10,200 (台/日)
トンネル区間	-	7,600 (台/日)
現道区間	7,700 (台/日)	2,600 (台/日)
<b>効果指標</b>		
<b>走行時間の短縮</b>		
東行き (ナウビセからカトマンズへ)	30 分	7 分 (-23 分短縮)
西行き (カトマンズからナウビセへ)	20 分	6 分 (-14 分短縮)
<b>走行時間費用の削減 (百万ネパールルピー/年)</b>		
東行き (ナウビセからカトマンズへ)	-	1,725
西行き (カトマンズからナウビセへ)	-	800
<b>自動車走行費用の削減 (百万ネパールルピー/年)</b>		
東行き (ナウビセからカトマンズへ)	-	770
西行き (カトマンズからナウビセへ)	-	610
<b>平均旅行速度の向上</b>		
東行き (ナウビセからカトマンズへ)	15 km/hr	40 km/hr (25km/h 向上)
西行き (カトマンズからナウビセへ)	25 km/hr	50 km/hr (25km/h 向上)
<b>交通事故件数の削減</b>		
交通事故件数	240	120 (50% 削減)
死傷事故数	130	65 (50% 削減)