

No. 1

ネパール王国 シンズリ道路建設計画 (第二-3工区) 基本設計調査報告書

ネパール王国

シンズリ道路建設計画 (第二-3工区)

基本設計調査報告書

平成 8 年 3 月

JICA LIBRARY
J 1128248 (0)

国際協力事業団
日本工営株式会社

平成 8 年 3 月

JICA
116
61.4
GRS
LIBRARY

無調二
CR(4)
96-095

ネパール王国

シンズリ道路建設計画（第二-3工区）

基本設計調査報告書

平成 8 年 3 月

国際協力事業団
日本工営株式会社



1128248 [0]

序 文

日本国政府はネパール王国政府の要請に基づき、同国のシンズリ道路建設計画（第二－三工区）にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成7年11月27日から12月28日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団はネパール王国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成8年2月26日から3月6日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発達に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成8年3月

国 際 協 力 事 業 団

総 裁 藤 田 公 郎

The following table shows the results of the regression analysis for the dependent variable 'Percentage of employees' (Y-axis) against the independent variable 'Percentage of employees' (X-axis). The data is as follows:

Percentage of employees (X)	Percentage of employees (Y)
10	12
20	15
30	18
40	20
50	22
60	25
70	28
80	30
90	32
100	35

The regression equation is: $Y = 0.35X + 10$. The R-squared value is 0.98, indicating a very strong positive correlation between the variables.

伝達状

今般、ネパール王国におけるシンズリ道路建設計画（第二―三工区）基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき日本工営株式会社が、平成7年11月20日から平成8年3月29日までの4.5ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、ネパールの現状を踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

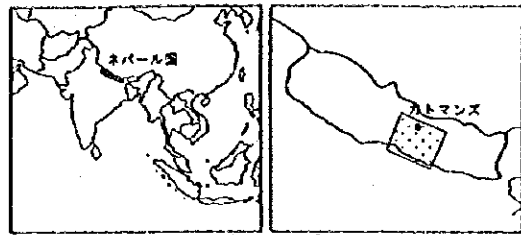
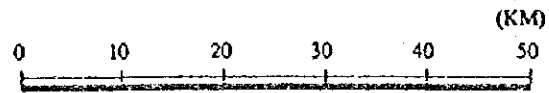
平成8年3月

日本工営株式会社

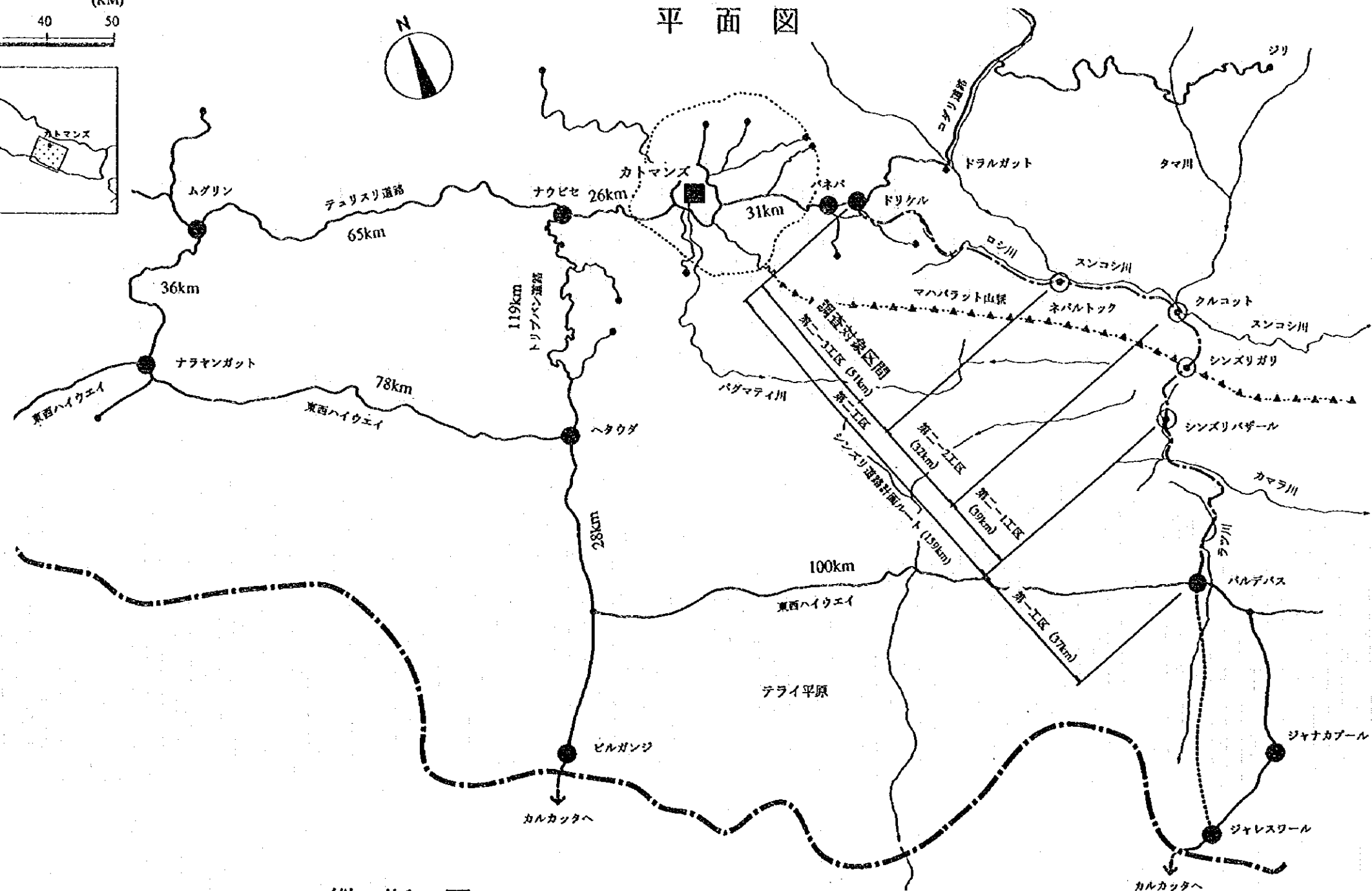
ネパール王国

シンズリ道路建設計画(第二―三工区)基本設計調査

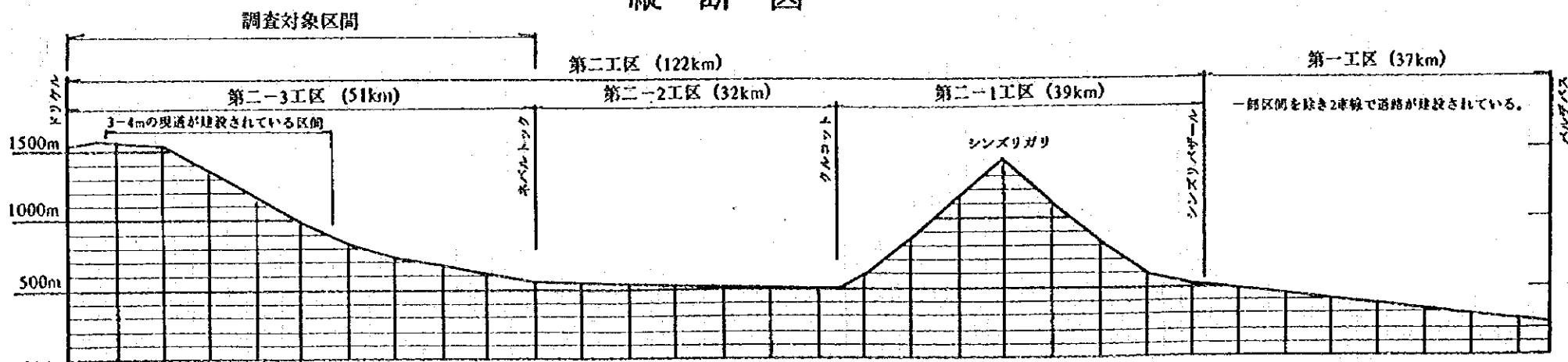
業務主任 新 開 弘 毅



平面図



縦断図



シンズリ道路建設計画
概要図

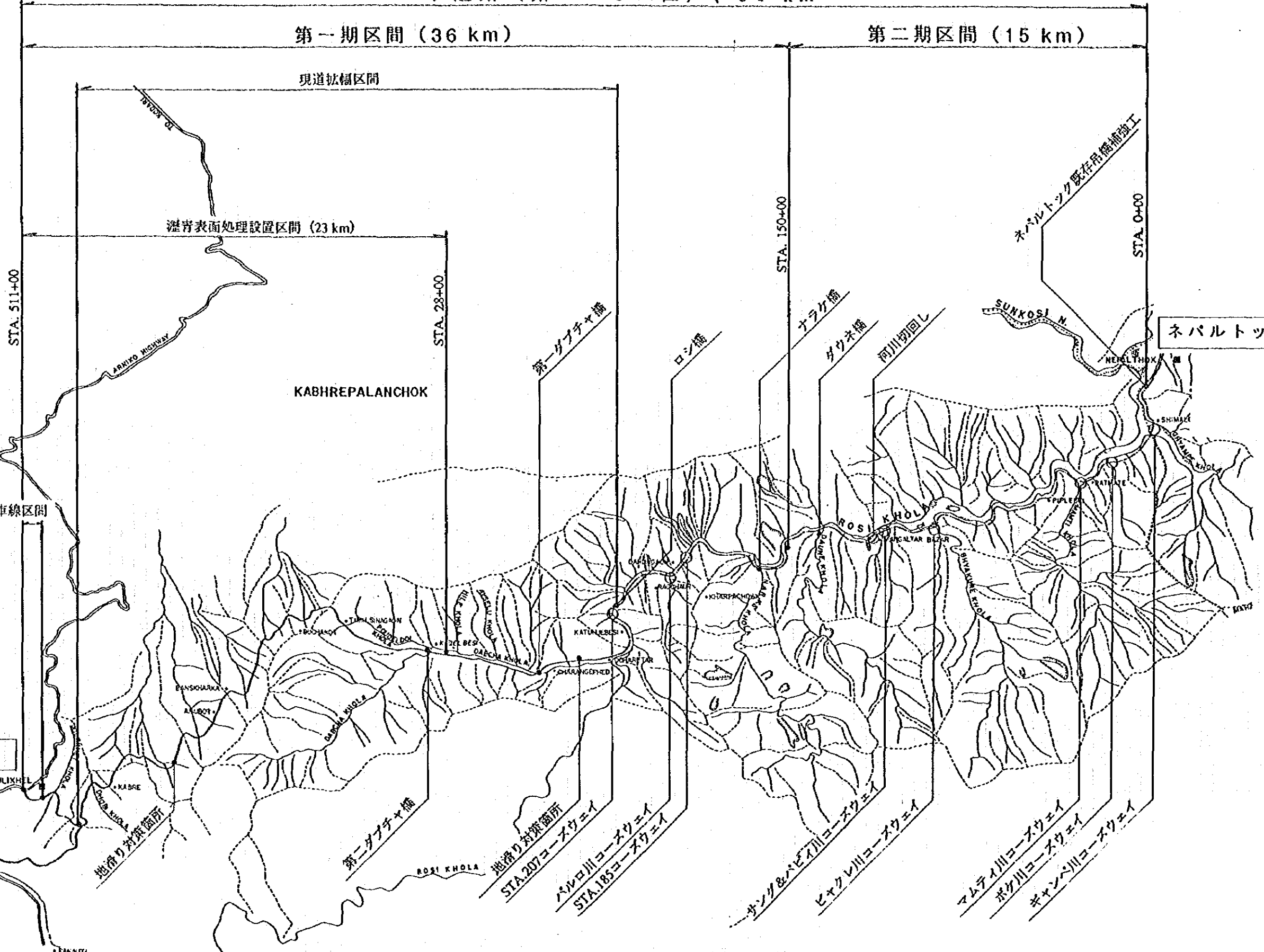
シンズリ道路（第二-3工区）、51 km

第一期区間（36 km）

第二期区間（15 km）

現道拡幅区間

瀝青表面処理設置区間（23 km）



トリケル

ネパルトック

シンズリ道路（第二-3工区）計画概要図



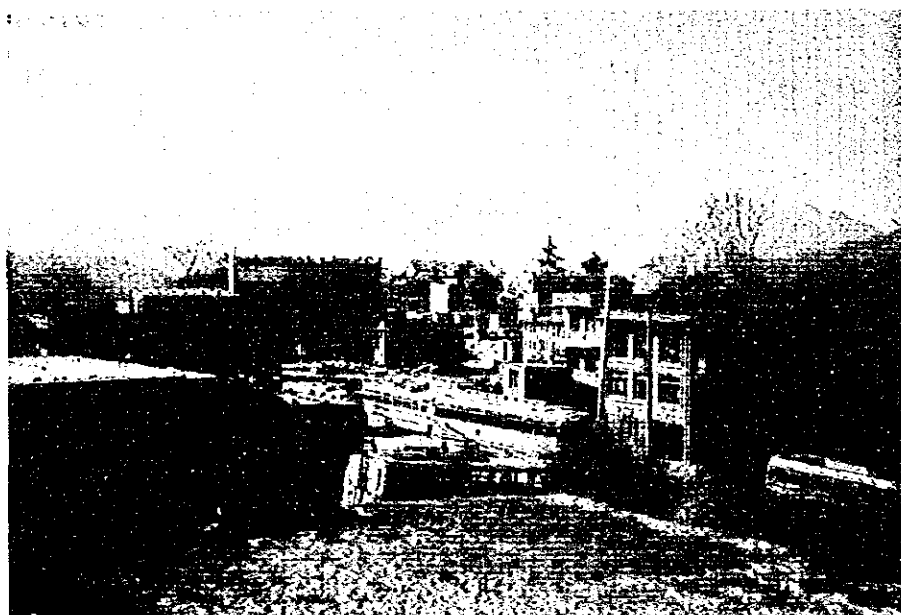
ネパルトック吊橋

計画道路はアンカ
レッジの前面を通
過するためアンカ
レッジの補強が求
められる。



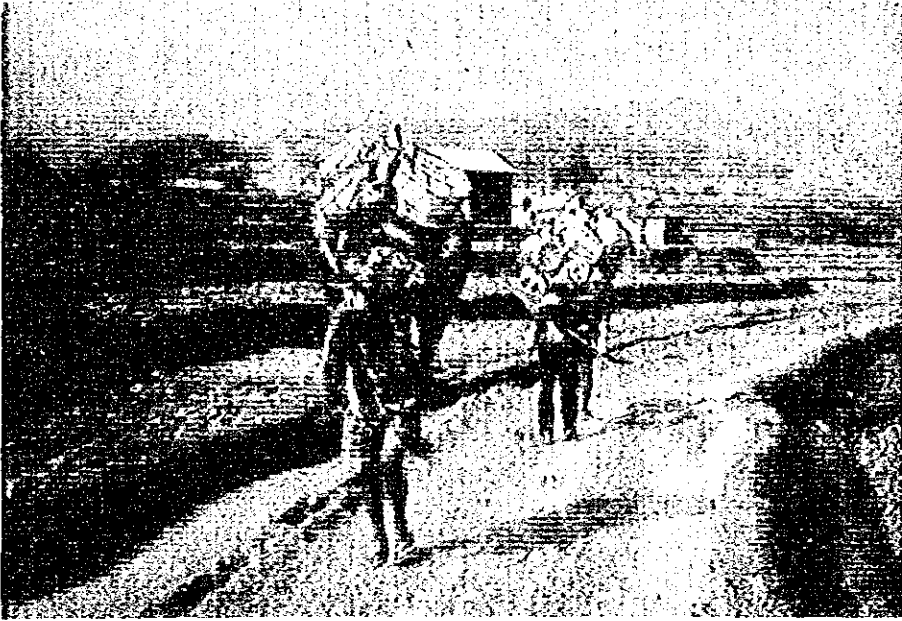
ロシ川とダブチャ川
の合流点付近

ドリケルより既存道路
がこの付近まで建設さ
れている。



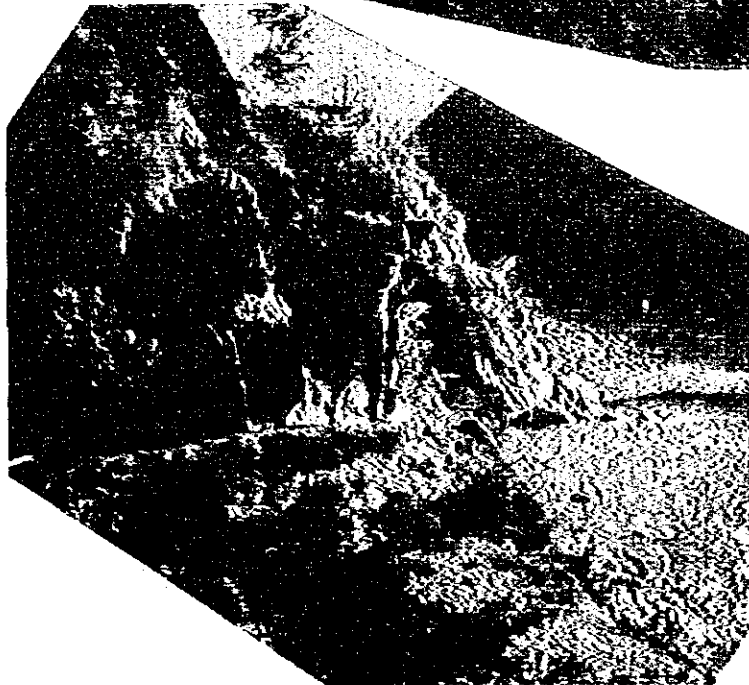
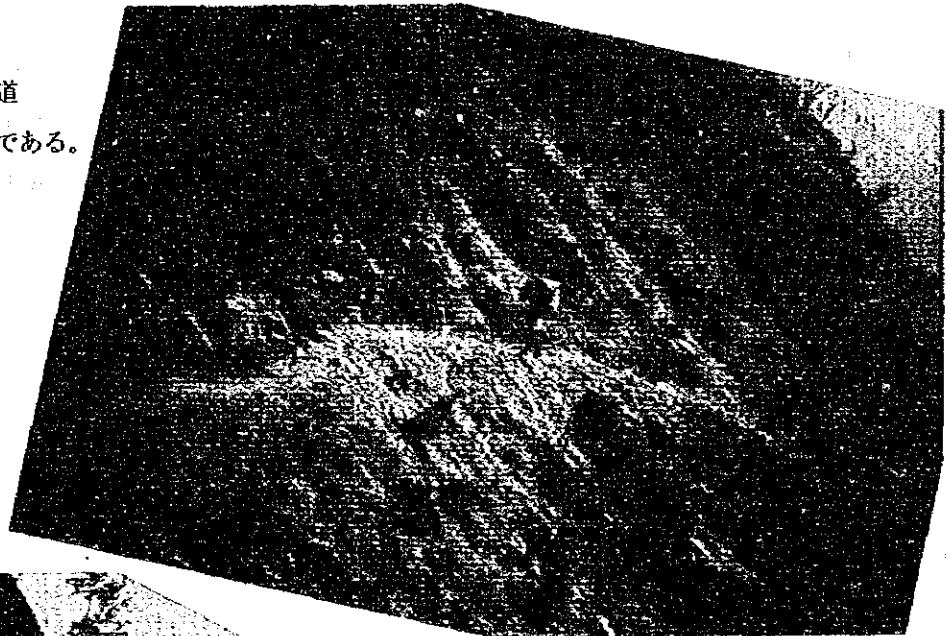
ドリケル市のバス停

写真右側約100mの所
が計画道路の終点で
ある。



生活材料を運ぶポーター

ロシ川沿いの歩道
この地域の幹線である。



ロシ川沿いの歩道
この地域の幹線である。



ポーターにより運ばれ、小売りされている岩塩



地域の製粉工場



着飾って祭りに行く



耕作風景



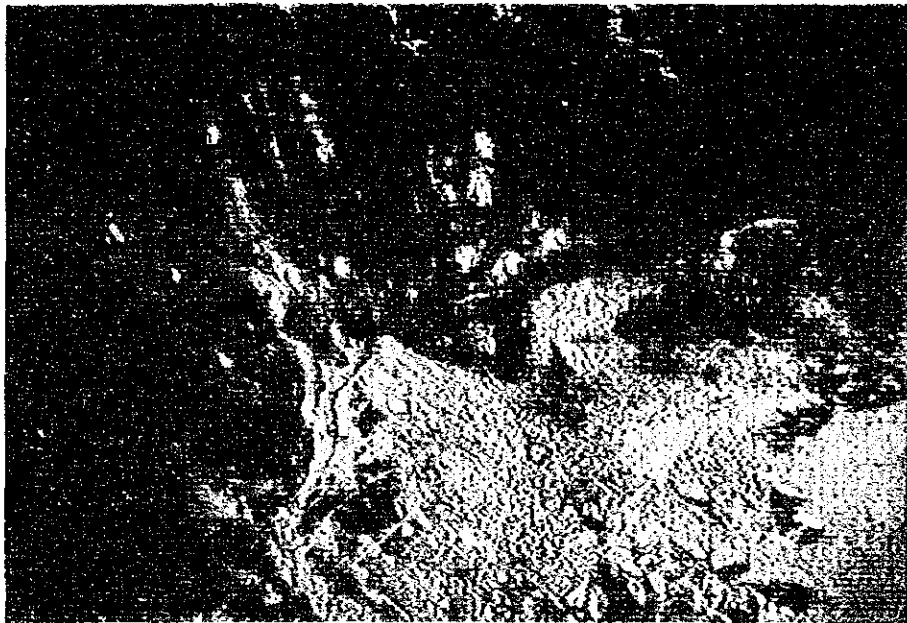
街道沿いの茶店



憩う母と子



STA108付近のマングルタール・バザールの商店



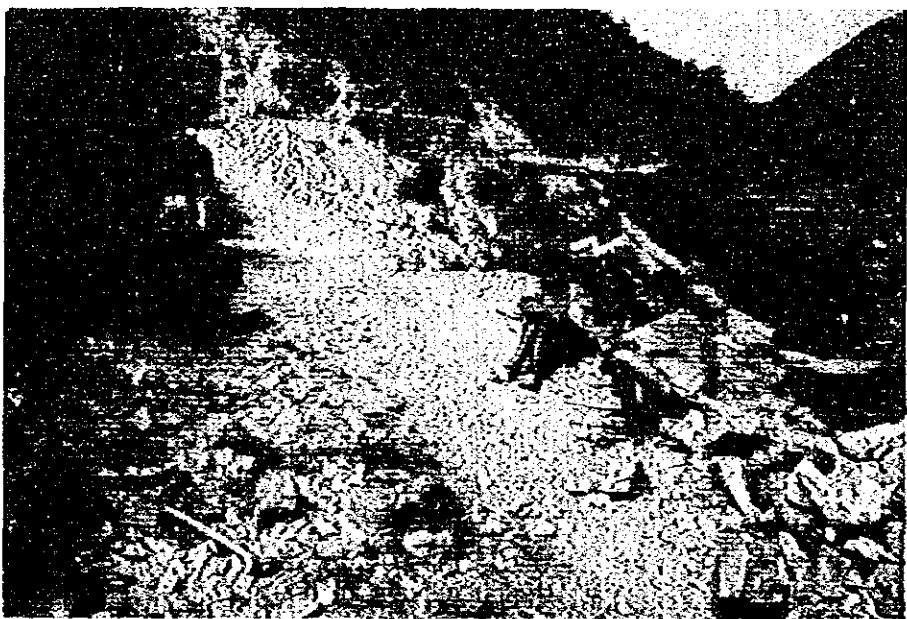
地域用水路

道路はこの用水の川側に建設されるため用水の機能確保が必要になる。



タイヤが埋まり動けなくなったトラック。

丸一日以上動けないでいるとのことであった。



道路の横の斜面から採石する人々。

のり面の安定を損なうため、規制される必要がある。

要 約

ネパール王国は北を中国、南および東西をインドとの国境とする人口1,850万人の内陸国である。国土は、地勢上から南北方向に、北部山岳地域、中部丘陵地域、テライ平原の三つの地域に区分され、行政上から75の県 (Districts) に分割され、開発行政のうえから東西方向に分割された5つの開発地域 (Development Regions) に区分される。

カトマンズ盆地は中部丘陵地域、中央開発地域 (Central Development Region) に位置し、首都カトマンズ、バクタプール、ラリトプール県 (District) で構成され、110万人の人々が暮らすネパールの政治、経済の中心地である。このカトマンズ盆地へ、主要農業地帯であるテライ平原の農産物、およびインドからの輸入品や生活物資を運搬するルートとして、トリバン道路とプリチビ道路を通る2ルートがある。両ルートはカトマンズの西方約26kmに位置するナウピセで合流してカトマンドゥ盆地に入る。前者は海拔2300mのダマン峠を越える山岳道路で幅員が狭く、曲がりくねった道路であるため主要道路として使われていない。後者のプリチビ道路を通るルートは比較的良い線形の2車線道路であることから主要交通路となっている。

このカトマンズ盆地への唯一の幹線道路は、1993年7月の豪雨によりカトマンドゥ盆地が20日間孤立したように、近年改善が進んでいるものの雨季における地すべり、土石流、河川沿いの盛り土崩壊などにより交通を障害する危険はいまだに高い。さらに、カトマンズと東部開発地域および中央開発地域のテライ平原東側の地域との交通にとってカトマンズ盆地の西方に200km以上大回となるルートである。

このような状況に対し、ネパール政府はカトマンズ盆地への生活物資の安定的供給と、首都と東部開発地域ならびに中央開発地域のテライ平原東側地域との結び付きを強めてその開発を促進するため、テライ平原を東西に走る東西ハイウェイ上のバルデバスとカトマンズを起点として東方の中国国境へ向かうコダリ道路上のドリケルを結ぶシンズリ道路建設を計画した。

シンズリ道路は総延長159kmで、地勢等の条件からバルデバス～シンズリバザール間の第一工区 (37km) と、シンズリバザールからドリケルまでの第二工区 (122km) に区分される。第一工区のバルデバス～シンズリバザール間は、1983年より我が国が供与した建設機材を用いて公共事業運輸省、道路局により道路が建設されたが、原野を切り開いた程度の未舗装道路で橋梁が建設されていないサービス水準の極めて低い道路である。第二工区は山越え区間 (第二-1工区)、スンコシ川沿いの区間 (第二-2工

区)、スンコシ川の支流のロシ川、ダブチャ川沿いを通りコダリ道路に至る区間(第二-三工区)の三つに分割されるが、ドリケル側の約24km区間を除き、点在している集落を結ぶ山道があるのみである。

ネパール政府は、我が国に対してシンズリ道路建設計画のフィージビリティ調査(F/S)に係る技術協力を要請し、国際協力事業団(JICA)が1986年から1988年にかけて調査を実施した。その結果、本計画は経済的にも妥当であり、かつ技術的にも建設可能という結論を得たが、インド国との政治問題、および資金的理由から実施が見送られてきた。しかしながら、シンズリ道路実現への要望は強く、ネパール王国の第8次国家開発計画(1992年～1997年)では優先プロジェクトとして位置づけられている。

このような背景からネパール政府は我が国に対して、F/Sの見直しを含む、シンズリ道路建設に係る無償資金協力を要請した。

このネパール政府の要請を受け、日本政府はF/Sの見直しを行うアフターケア調査の実施を決定し、JICAが1992年12月から1993年7月にかけて、F/Sでの事業計画を見直し、現実的、実施可能な道路整備計画、実施計画を策定した。この調査結果に基づき日本政府は建設期間が非常に長いことを考慮してシンズリ道路全体を4区間に分割し、第一工区の基本設計の実施を決定した。

第一工区に係る基本設計はJICAにより1994年9月より12月にかけて実施された。この基本設計調査報告書のなかで、シンズリ道路建設を日本の無償資金協力で実施する前提条件により、日本の無償資金協力案件のシステムに整合したシンズリ道路建設実施計画案が提案された。この実施計画方針に基づき、日本政府は第一工区に引き続き、第二-三工区に係わる基本設計の実施を決定した。

JICAは平成7年11月27日より12月28日まで基本設計調査団を派遣した。調査団はネパール政府関係者と無償資金協力により実施することを前提条件とした場合の事業の内容、両国の負担内容について協議を行った。さらに、計画地の自然条件調査、交通量調査等の現地調査を行った。協議により確認された事項は協議議事録を作成して確認された。

帰国後の国内作業により、調査団は現地調査の結果を踏まえ、環境影響を極力小さくする方針に基づき道路計画、橋梁計画、防災対策等を含む基本設計を行い、事業内容、実施計画、ネパール側の負担事項を取りまとめた基本設計概要書を作成した。

JICAは平成8年2月26日より3月6日まで基本設計概要説明調査団をネパール国に派遣した。調査団とネパール政府関係者との基本設計概要書の内容についての協議の結果、概要書の内容は基本的に合意され、協議議事録により確認された。

シンズリ道路建設計画（第二-3工区）に係わる基本設計調査の結果、建設工程、用地取得手続き期間、完成区間の移管手続き等を考慮して2期分けとして事業を実施することとし、計画のなかに道路局の維持管理体制強化を目的とした第二-3工区の維持管理用機材の調達を含めることとして、本計画の内容は次のように取りまとめられた。

—ネパルトック～ドリケル間道路建設

	第一期	第二期	全体	備考
道路建設	STA.150+00～ドリケル	ネパルトック～STA.150+00	ネパルトック～ドリケル	
道路延長	36km	15km	51km	
設計速度	20km/hr - 40km/hr	30km/hr	20km/hr - 40km/hr	
幅員	1車線、車道幅員4.75m（一部区間例外的に2車線、6.5mとする）			
舗装構造	砂利舗装（環境影響、安全を考慮して一部区間瀝青表面処理を施す）			
橋梁建設	4橋	1橋	5橋	1車線橋梁、幅員4.75m
		ダウネ橋	ダウネ橋	方柱鋼ラーメン橋（53m）
	ナラケ橋		ナラケ橋	方柱鋼ラーメン橋（59m） 上落トラス橋（65m）+鉄筋コンクリート1桁橋（18m）
	ロシ橋		ロシ橋	
	第一ダブチャ橋		第一ダブチャ橋	単純鋼桁橋（25m）
	第二ダブチャ橋		第二ダブチャ橋	2径間連続鉄筋コンクリート橋（24m）
大規模コースウエイ	3箇所	5箇所	8箇所	
建設		ギャンペ川コースウエイ	ギャンペ川コースウエイ	本体120m+取付け部75m
		ボケ川コースウエイ	ボケ川コースウエイ	本体32m+取付け部80m
		マムティ川コースウエイ	マムティ川コースウエイ	本体90m+取付け部80m
		ビヤクレ川コースウエイ	ビヤクレ川コースウエイ	本体136m+取付け部80m
		サング&パビ川コースウエイ	サング&パビ川コースウエイ	本体130m+取付け部80m
	STA.185コースウエイ		STA.185コースウエイ	本体36m+取付け部80m
	バルロ川コースウエイ		バルロ川コースウエイ	本体20m+取付け部80m
	STA.207コースウエイ		STA.207コースウエイ	本体38m+取付け部80m
その他施設等		ネパルトック吊橋補強	ネパルトック吊橋補強	既存吊橋のアンカレッジ補強
		ロシ川洗路切り直し	ロシ川洗路切り直し	
	地すべり対策1箇所		地すべり対策2箇所	

－シンズリ道路（第二－3工区）維持管理用機材供与

機材名	規 格	第1期	第2期	全 体
バックホウ	0.6m ³ , 126PS		1台	1台
ショベルドーザ（ホイール）	1.4m ³ , 110PS		1台	1台
ダンプトラック	6ton, 225PS		3台	3台
モータグレーダ	2.8m, 94PS	1台		1台
マカダムローラ	8-10ton, 90PS	1台		1台
トレーラ	20ton	1台		1台
クレーン付きトラック	4ton/2.9t吊り		1台	1台
散水車	5,500litre	1台		1台
ディーゼル発電機	50KVA, 54.4PS		1台	1台
可搬式空気圧縮機	3.7m ³ /min, 34PS		1台	1台
ハンドハンマ	20kg		2台	2台
作業車両（総輪駆動）	2000cc	1台		1台
作業車両（ピックアップ）	2000cc	2台		2台
移動無線機	5W, 150MHz	1台		1台
スペアパーツ			1式	1式
修理、保守工具類			1式	1式

本計画の実施に必要な事業費は総額45.33億円であり、そのうち日本側の負担額は42.89億円、ネパール側の負担額は2.44億円である。以下に各期ごとに必要な事業費と工期を示す。

	第一期	第二期	全 体
工事内容	延長36km、4橋梁、3コーズウエイ	延長15km、1橋梁、5コーズウエイ	延長51km、5橋梁、8コーズウエイ
事業費	27.84億円	15.05億円	42.89億円
実施設計期間	9ヶ月	2ヶ月	11ヶ月
工事期間	30ヶ月	30ヶ月	54ヶ月

シンズリ道路建設は、首都カトマンズの第二の生命線としてその安全と経済成長を確かなものとするほか、東部開発地域とカトマンズ間の交通の走行距離を約200km短縮し、輸送コストと時間を低減するなど国家レベルでの裨益効果とともに、現在、道路網に連結されていない閉ざされた地域である沿線の地域経済を活性化して住民の生活を向上するなどの地域住民レベルの裨益効果が期待される事業である。その裨益人口はシンズリ道路沿線の県の県民117万人、カトマンズ盆地および東部地方の人口544万人、東部開発地域とカトマンズの間バス、トラック利用者1日3万人、延べ年間1千万人以上の人々と、膨大なものと推定される。

シンズリ道路（第二-3工区）建設計画は、実施が予定される第一工区の橋梁等の建設に引き続いてシンズリ道路全線の開通を大きく促進するとともに、既存の道路網に到達するまで2日以上徒歩を余儀なくされているシンズリ県北部、カブレパランコック県南部地域を既存道路網に結び付け、その経済活動を活性化するとともに、地域住民の生活を向上する事業として位置付けられる。

計画道路は厳しい自然環境のなかに建設される山岳道路であるため、道路完成後の維持管理が十分になされることが重要である。本計画には予算、施設、機材の面からかならずしも満足できるものではない、ネパールの道路行政を担当する道路局の現状の維持管理能力を考慮して、シンズリ道路に係る維持管理事務所の建設、組織整備、維持管理用機材の調達など道路局の維持管理能力を強化する方策が含まれている。この方策により道路完成後の維持管理はネパール政府側の資金、人材、技術により行いけると判断される。

本計画道路の建設により約100軒の住民移転等の環境影響が考えられるが、第二-3工区の約50%は現道拡幅区間であること、「環境に優しい」を基本方針とした道路計画、ネパール国の法律に基づいた用地家屋補償の実施により、事業計画内容の大幅な変更が求められる環境影響は無いと判断される。

本計画は災害リスクの高い自然環境のなかで、5年の長期間で行われる事業である。このため、区間を分割し、各期3年の建設期間とする2期分けの実施計画を採用するとともに、完了区間の維持管理責任をネパール側に移管し、計画のなかで調達した機材を基にしてネパール側が事業に並行して整備した維持管理体制により維持管理を行っていく方針とした。この方針により、本事業を無償資金協力の制度に整合して実施することが可能と判断される。

シンズリ道路建設計画は前述のように多大な効果が期待されると同時に、沿線住民の生活の向上に寄与するものである。したがって、シンズリ道路の開通を大きく促進するシンズリ道路（第二・三工区）建設計画が実施されることの意義は大であり、無償資金協力で実施することが妥当であると判断される。さらに、ネパール側の維持管理体制整備を計画に含めることにより、完成後の維持管理についてもネパール側により特段の問題なく実施されると考えられる。しかしながら、本計画を取り巻く環境を考慮すると、ネパール側により以下の点について特に十分な配慮がなされるならば、本計画はより円滑かつ効果的に実施されるであろう。

- (1) 用地取得、家屋補償等を適正、かつ実施スケジュールに影響を及ぼさないよう円滑に行う。
- (2) プロジェクトの運営、移管された区間の維持管理に責任をもつプロジェクトマネージャーを詳細設計開始時点より任命し、円滑な事業の運営が計れる体制を整える。
- (3) 移管および完成区間の、植生管理、災害復旧を含む維持管理に係わる予算、資機材、施設、要員を、事業のスケジュールに合わせて手当／整備して、雨季の豪雨による災害に迅速に対処する体制を整え、実施する。
- (4) 交通の安全、道路の安定を阻害する道路周辺での石の不法採取、水路の改変を規制する。

目 次

序文	
伝達状	
位置図/写真	
略語集	
要約	
第1章 要請の背景	1-1
第2章 プロジェクトの周辺状況	2-1
2.1 当該セクターの開発計画	2-1
2.1.1 上位計画	2-1
2.1.2 財政事情	2-4
2.1.3 社会経済事情	2-5
2.2 他の援助国、国際機関等の計画	2-5
2.3 我が国の援助実施状況	2-6
2.4 当該案件に係る過去の調査概要	2-6
2.5 プロジェクト・サイトの状況	2-9
2.5.1 第二-3工区の自然条件	2-9
(1) 気候	2-9
(2) 地震	2-9
(3) 地形・地質と道路計画上の留意点	2-10
2.5.2 シンズリ道路建設事業に係る裨益人口	2-32
2.5.3 交通量	2-32
2.6 環境への影響	2-38
第3章 プロジェクトの内容	3-1
3.1 プロジェクトの目的	3-1
3.2 プロジェクトの基本構想	3-1
3.2.1 シンズリ道路全体に係る道路整備計画方針	3-1
(1) 道路計画方針	3-1
(2) 段階建設方針	3-2
(3) 事業実施方針	3-4

3.2.2 シンズリ道路（第二-3工区）建設事業の基本構想	3-5
3.3 シンズリ道路（第二-3工区）基本設計	3-5
3.3.1 設計方針	3-5
(1) 自然条件に対する方針	3-5
(2) 社会条件に対する方針	3-7
(3) 現地業者、現地資機材の活用についての方針	3-7
(4) 実施機関の事業実施・維持管理能力に対する対応方針	3-7
(5) 施設、機材のグレード設定に対する方針	3-8
(6) 工期に対する方針	3-9
3.3.2 基本計画	3-10
(1) 道路計画	3-10
(i) 線形計画基準	3-10
(ii) 切盛土工	3-13
(iii) のり面对策工	3-14
(iv) 舗装構造	3-20
(v) 路側水路工	3-20
(vi) 谷側擁壁工	3-21
(vii) 標準横断図	3-23
(iix) 道路横断水路工	3-26
(ix) 地域用水補償工	3-27
(x) 地すべり対策工	3-28
(xi) 道路付帯施設	3-29
(xii) 河川切り回し工	3-29
(2) 橋梁計画	3-30
(i) 対象橋梁	3-30
(ii) 設計条件	3-30
(iii) 幅員構成	3-31
(iv) 上部工計画	3-31
(v) 塗装計画	3-34
(vi) 架設計画	3-34

(vii) 下部工計画	3-35
(iix) 橋梁計画内容	3-36
(3) 大規模コースウェイ計画	3-37
(i) 対象コースウェイ	3-37
(i) 設計基準	3-37
(ii) 幅員構成	3-37
(ii) 構造形式	3-38
(ii) コースウェイ取付部	3-40
(iii) コースウェイ計画内容	3-41
(4) ネバルトック既存吊橋補強工	3-41
(i) 補強工法	3-41
(ii) 補強工法概要	3-42
3.3.3 基本設計図	3-43
3.3.4 工事数量	3-44
3.3.5 第二・三工区の維持管理用機材計画	3-45
(1) 計画方針	3-45
(2) 作業内容と作業量	3-46
(3) 維持管理機材の選定	3-49
(4) 修理機材の選定	3-51
(5) 機材調達計画	3-53
3.4 プロジェクトの実施体制	3-53
3.4.1 組織・要員	3-53
(1) 道路局の組織	3-53
(2) シンズリ道路建設事業全体に係る実施組織案	3-56
(3) シンズリ道路（第二・三工区）に係わる実施組織	3-61
3.4.2 予算	3-62
(1) 過去5年間の道路局予算	3-62
第4章 事業計画	4-1
4.1 施工計画	4-1
4.1.1 施工方針	4-1

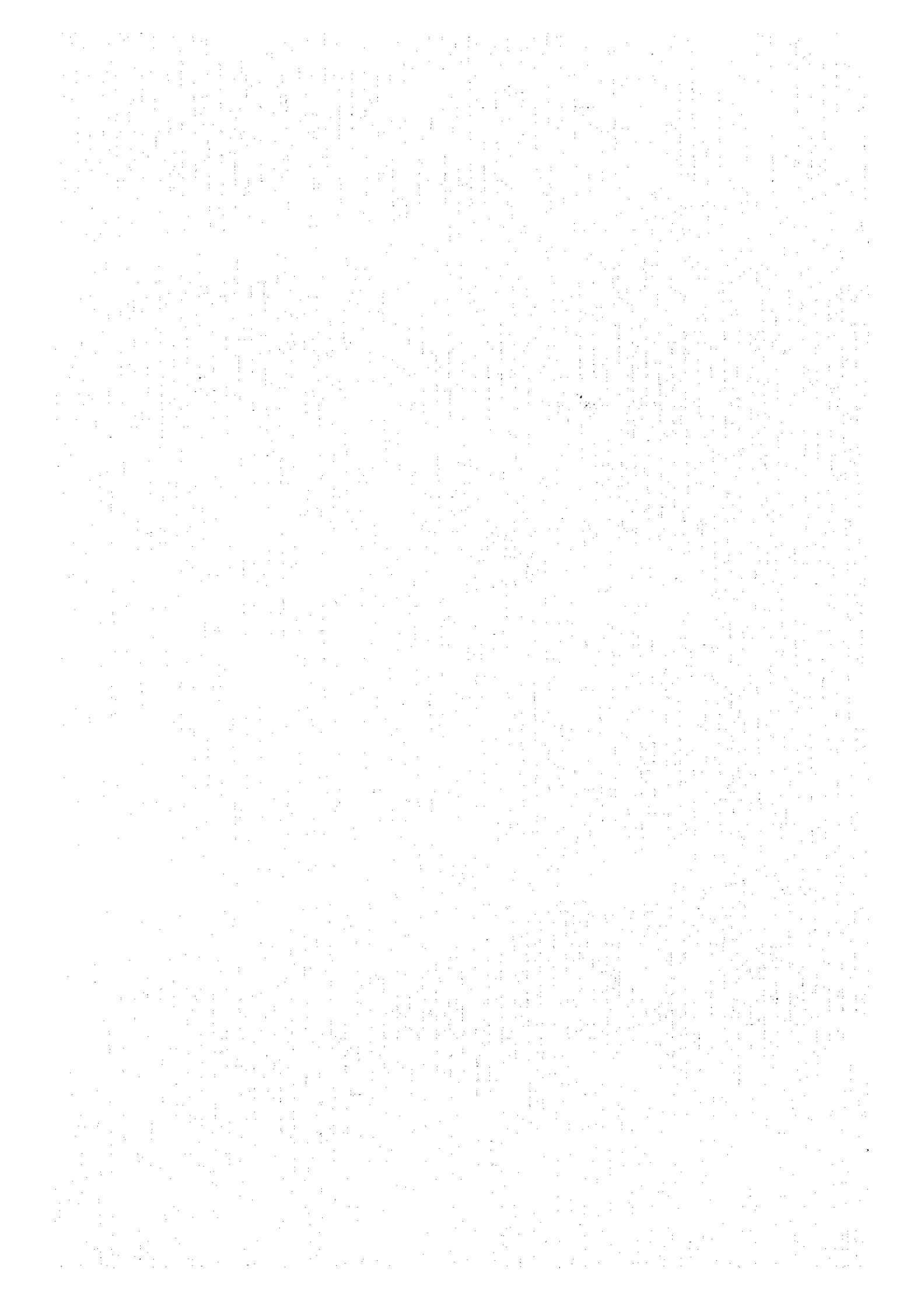
(1) 実施方針	4-1
(2) 施工体制	4-2
(3) 日本人技術者派遣	4-3
4.1.2 施工上の留意点	4-3
(1) 雨季の施工	4-3
(2) 工事に伴う環境影響	4-4
(3) 工事用架設道路、仮橋	4-5
4.1.3 施工区分	4-6
(1) 日本側負担工事	4-6
(2) ネパール側負担工事	4-6
4.1.4 施工監理計画	4-7
4.1.5 資機材調達計画	4-9
(1) 建設資材	4-9
(2) 建設機材	4-9
4.1.6 実施工程	4-10
(1) シンズリ道路（第二・三工区）の実施工程	4-10
(2) 無償資金協力の制度における実施手順	4-11
4.1.7 相手国側負担事項	4-12
4.2 概算事業費	4-13
4.2.1 概算事業費	4-13
(1) 日本側負担経費	4-13
(2) ネパール側負担経費	4-13
(3) 積算条件	4-13
4.2.2 運営維持・管理計画	4-14
(1) シンズリ道路建設事業実施中の道路局による運営維持管理作業と費用	4-14
(2) 道路利用者による維持管理費用負担の可能性	4-14
(3) 維持管理に係わる組織整備と要員確保	4-16
第5章 プロジェクトの評価と提言	5-1
5.1 妥当性にかかる実証・検証および裨益効果	5-1
5.2 技術協力他ドナーとの連携	5-2

〔 資料編 〕

- A. 図面集
- B.1 調査団員氏名所属
- B.2 調査日程
- B.3 相手国関係者リスト
- B.4 当該国の社会・経済事情
- B.5 ネパール側負担経費内訳
- B.6 参考資料リスト

第1章

要請の背景



第1章 要請の背景

ネパール国は北を中国、南および東西をインドとの国境とする人口1,850万人の内陸国である。国土は、地勢上から南北方向に、北部山岳地域、中部丘陵地域、テライ平原の三つの地域に区分され、行政上から75の県 (Districts) に分割され、開発行政のうえから東西方向に分割された5つの開発地域 (Development Regions) に区分される。

カトマンズ盆地は中部丘陵地域、中央開発地域 (Central Development Region) に位置し、首都カトマンズ、バクタプール、ラリトプールの県 (District) で構成され110万人の人々が暮らす、ネパール国の政治、経済の中心地である。このカトマンズ盆地へ、主要農業地帯であるテライ平原の農産物、およびインドからの輸入品や生活物資を運搬するルートとして、トリバン道路とプリチビ道路を通る2ルートがある。両ルートはカトマンズの西方約26kmに位置するナウピセで合流してカトマンズ盆地に入る。前者は海拔2300mのダマン峠を越える山岳道路で幅員が狭く、曲がりくねった道路であるため主要道路として使われていない。後者のプリチビ道路を通るルートは比較的良い線形の2車線道路であることから主要交通路となっている。

このカトマンズ盆地への唯一の幹線道路は、1993年7月の豪雨によりカトマンズ盆地が20日間孤立したように、近年改善が進んでいるものの雨季における地すべり、土石流、河川沿いの盛り土崩壊などにより交通を障害する危険はいまだに高い。さらに、カトマンズと東部開発地域および中央開発地域のテライ平原東側の地域との交通にとってカトマンズ盆地の西方に200km以上大回となるルートである。

このような状況に対し、ネパール政府はカトマンズ盆地への生活物資の安定的供給と、首都と東部開発地域ならびに中央開発地域のテライ平原東側の地域との結び付きを強めてその開発を促進するためには、プリチビ道路に替わる代替幹線ルートの建設が欠かせないとして、テライ平原を東西に走る東西ハイウェイ上のバルデバスとカトマンズを起点として東方の中国国境へ向かうコダリ道路上のドリケルを結ぶシンズリ道路建設を計画した。

シンズリ道路は総延長159kmで、地勢等の条件からバルデバス～シンズリバザール間の第一工区 (37km) と、シンズリバザールからドリケルまでの第二工区 (122km) に区分される。第一工区の間バルデバス～シンズリバザール間は、1983年より我が国が供与した建設機材を用いて公共事業

運輸省、道路局により道路が建設されたが、原野を切り開いた程度の未舗装道路で橋梁が建設されていないサービス水準の極めて低い道路である。第二工区のシンズリバザール～ドリケル間は山越え区間、スンコシ川沿いの区間、スンコシ川の支流のロシ川沿いを通りダブチャ川からコダリ道路に至る区間の三つに分割されるが、ドリケル側の約24km区間を除き、点在している集落を結ぶ山道があるのみである。

ネパール政府は、我が国に対してシンズリ道路建設計画のフィージビリティ調査 (F/S) に係る技術協力を要請し、国際協力事業団 (JICA) が1986年から1988年にかけて開発調査を実施した。その結果、本計画は経済的にも妥当であり、かつ技術的にも建設可能という結論を得たが、インド国との政治問題、および資金的理由から実施が見送られてきた。しかしながら、シンズリ道路実現への要望は強く、ネパール王国の第8次国家開発計画 (1992年～1997年) では優先プロジェクトとして位置づけられている。

このような背景からネパール政府は我が国に対して、フィージビリティ調査の見直しを含む、シンズリ道路建設に係る無償資金協力を要請した。

要請の主要コンポーネントは以下のとおりである。

- 第一工区の15橋梁の建設と取付け道路の建設に係る無償資金協力
- 第二工区の建設機材、建設資材調達に係わる無償資金協力
- 第一工区、第二工区の詳細設計、施工監理に係わる無償資金協力

このネパール政府の要請を受け、日本政府はこれまでシンズリ道路建設計画に係る以下の開発調査、技術協力、および無償資金協力を行った。

(1) 1993年 1月～7月 アフターケア調査 (A/C調査)

資金的な問題により実現に至らなかったF/Sでの事業計画を見直し、現実的、実施可能な道路整備計画、実施計画を策定することを目的とした開発調査。

(2) 1994年 9月～12月 第一工区に係る基本設計調査

要請の主要コンポーネントの一つである「第一工区の15橋梁の建設と取付け道路建設に係

わる無償資金協力」に係わる基本設計調査。

この基本設計調査報告書のなかで、A/C調査で提案した道路整備計画をもとに日本の無償資金協力案件のシステムに整合したシンズリ道路建設実施計画案が提案されるとともに、以下のとおりネパール政府の要請内容を見直すことが提案された。

(i) 第一工区の15橋梁の建設と取付け道路の建設に係る無償資金協力の要請については

－対象施設を9橋梁と17コーズウェイとし

－第一工区の維持管理に係わる機材の供与を計画に含める

(ii) 第二工区の建設機材、建設資材調達に係わる無償資金協力の要請については

－第二工区の建設資材の供与ではなく、第二工区の建設に係わる無償資金協力とし

－段階建設など規模縮小を計るとともに、第二工区を3分割して実施する

－維持管理体制強化のため管理事務所の建設と維持管理機材の供与を計画に含める

(3) シンズリ道路（第一工区）建設計画詳細設計（無償資金協力）

1995年 8月 第一工区の詳細設計に係るE/N交換

1995年 9月 第一工区の詳細設計を開始、1996年2月完了

本基本設計調査は、第一工区に係わる基本設計調査に引き続いて、ネパール政府からの要請の主要コンポーネントの一つである「第二工区の建設機材、建設資材調達に係わる無償資金協力」に対して、第一工区に係わる基本設計調査報告書で提案された要請内容の見直しと実施計画方針に基づき、第二工区の一部区間である第二-3工区を対象として、同区間を日本の無償資金協力で実施することを想定して行われたものである。

第2章

プロジェクトの周辺状況

第2章 プロジェクトの周辺状況

2.1 当該セクターの開発計画

2.1.1 上位計画

第8次国家開発計画（1992/93～1997/98）はネパール王国が現在抱える問題点である、経済活動の停滞、貧困層の増加、社会構造の変化、環境悪化、および急速な人口増加を背景とし、1) 持続的経済発展、2) 貧困の軽減、3) 地域間の不均衡の是正、を基本目標として以下の施策に優先順位を与えて策定された。

- (a) 農業部門の強化と多用化
- (b) エネルギー開発
- (c) 地方における社会資本の開発
- (d) 雇用機会の拡大と人材育成
- (e) 人口増加率の抑制
- (f) 工業開発と観光開発
- (g) 輸出振興と多用化
- (h) マクロ経済の安定
- (i) 開発行政の改革
- (j) モニタリングと評価

第8次国家開発計画では、道路が計画の基本目標を達成する基本的な社会資本であるとの認識から、道路部門に農業部門に続く高いプライオリティを与え、開発投資額の約11%を道路部門へ配分している。同計画での道路セクターの開発目標は次の3点である。

- 地域特性の異なる地域を結び付けることにより、地域経済の相互補完関係を強化する。
- 生産地と市場の連携を強化するとともに、国家経済振興の基盤となる、農業、観光、電力開発等の開発プロジェクトをサポートする。
- 国家経済的な見地から輸送費用の軽減を図る。

これらの開発目標に基づき以下の6つの優先開発計画が策定されている。

- (i) 東西ハイウェイ、南北幹線道路、および建設中のその他主要道路の残り区間の完成。
- (ii) 道路で結ばれていない県 (District) の主要都市を結ぶ道路建設。
- (iii) 幹線道路、その他重要道路の維持改良。
- (iv) 水力発電プロジェクトを支援する道路建設。
- (v) シンズリ道路のように高い収益性、経済の活性化、発展に大きく寄与する道路建設。
- (vi) 農村とマーケットを結ぶ道路建設、未開発地域の主要な歩道、牛車道など伝統的交通路の整備、吊橋の建設。

この開発計画に基づき、道路整備は以下の4プログラムにより推進されている。

プログラム A: 2,606kmの現道修繕、改築を行う計画

プログラム B: 763kmの幹線道路、橋梁建設を行う計画

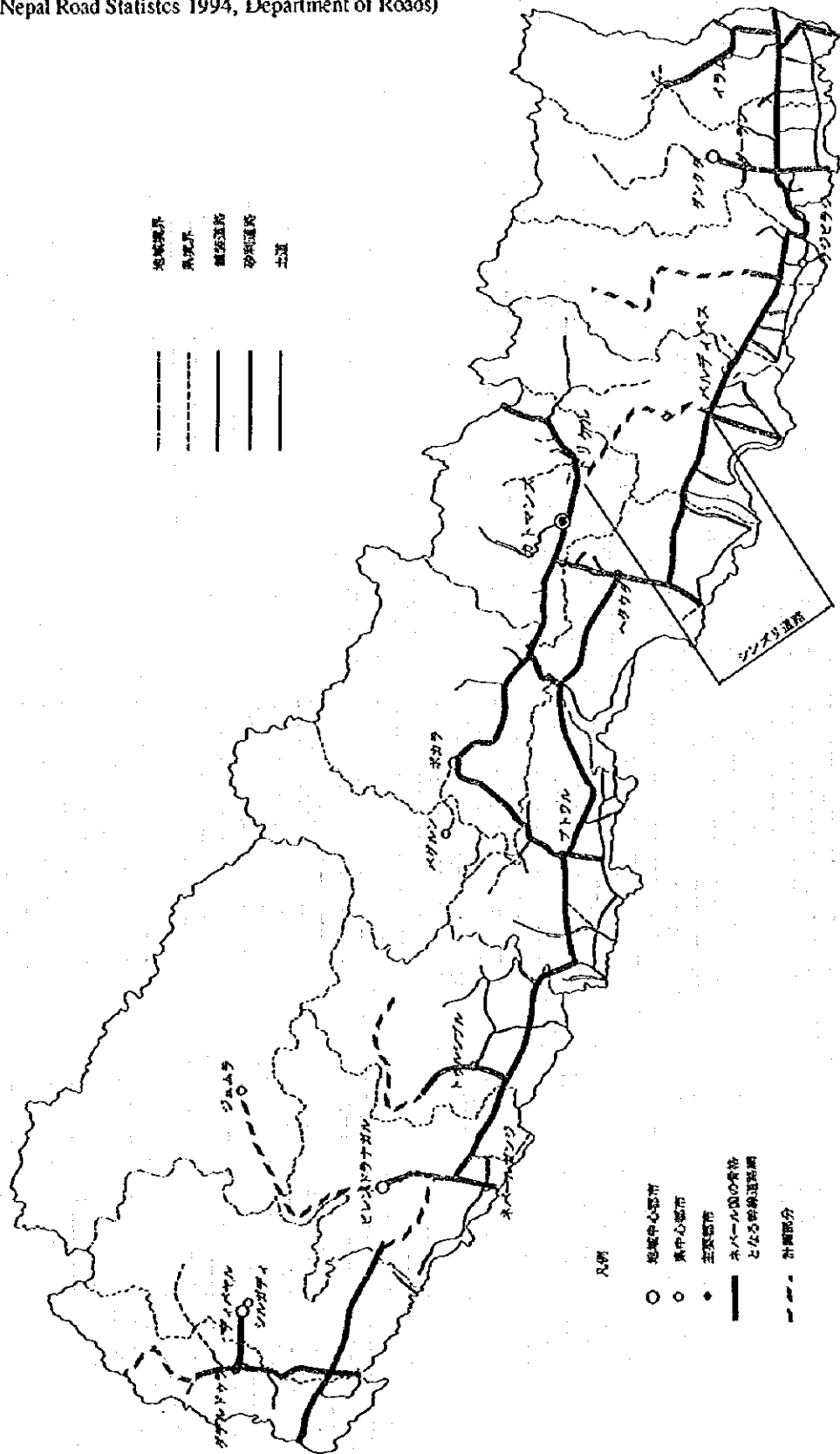
プログラム C: 伝統的な地方交通施設の建設と改善を行う計画

プログラム D: 維持管理施設機材等の建設事業関連事項の整備、充実のための計画

シンズリ道路建設に係わる計画としては、プログラム Aの中にバルデバス～シンズリバザール間の改良、プログラム Bの中にシンズリバザール～ドリケル間の建設が含まれている。さらに、シンズリ道路は、図2.1に示すネパールの戦略的道路ネットワーク構想のなかで、15の幹線道路の一つであるカトマンズとインドとの国境の町ピタモドを結ぶDhulikel - Sindhuli - Bhattamod Rajmarg (DSRM)の一部区間と位置付けられる。

図2.1 ネパール国の戦略道路ネットワークにおける幹線道路網

(出典：Nepal Road Statistics 1994, Department of Roads)



2.1.2 財政事情

図2.2に第8次国家開発計画における道路部門への支出は開発計画期間において12.3億ネパールルピーを予定し、その内訳は表2.1に示すとおりである。この資金は約64%ネパール政府独自予算により調達し、残り36%を外国および国際機関からの援助資金により調達する計画としている。

S No.	プロジェクト名	支出額 (百万ネパール・ルピー)	割合
1.	幹線道路の定期保守、修繕、改善、道路修復	3,941	31.96
A.	道路修復	2,325.6	18.86
B.	定期修繕、保守	1,298.5	10.53
C.	災害復旧	316.9	2.57
2.	道路建設	6,534	53.00
A.	幹線道路	2,596.5	21.06
B.	フィーダー道路	2,230.0	18.09
C.	農村～マーケット連絡道路	1,507.5	12.23
D.	都市道路	200.0	1.62
3.	橋梁建設	476	3.86
4.	地方輸送網整備	1,058	8.58
5.	その他	320	2.60
	合計	12,329	100.00

出典：The Eighth Plan (1992 - 1997); His Majesty's Government, National Planning Commission

表2.1 第8次国家開発計画における道路部門の支出計画内訳

ネパール政府の過去5年間の国家予算を表2.2に示す。国家予算に占めるネパール国内調達資金は65～70%で、30～35%を国際機関、外国資金援助に依存している状態である。

	(100万ネパールルピー)				
	1991/92	92/93	93/94	94/95*	95/96**
歳出	26,418.2	30,897.7	33,597.4	38,942.7	51,648.8
一般	9,905.4	11,484.1	12,409.2	19,577.6	22,821.9
開発	15,512.8	19,413.6	21,188.2	19,365.1	28,826.9
歳入源	15,156.5	18,941.7	21,974.4	27,444.1	37,164.7
国内収入	13,512.7	15,148.4	19,580.8	24,567.4	31,605.0
外国援助	1,643.8	3,793.3	2,393.6	2,876.7	5,559.7
予算過不足	-11,261.7	-11,956.0	-11,623.0	-11,498.6	-14,483.1
外国ローン	6,816.9	6,920.9	9,163.6	9,052.7	12,283.1
国内ローン	2,078.8	1,620.0	1,820.0	1,776.2	2,000.0
財政収支	2,365.0	3,415.1	639.4	669.6	-

出典：STATISTICAL YEAR Book of Nepal 1995
Budget Speech of FY 1995/96

* Revised Estimate

** Estimate

表2.2 過去5年間のネパール政府国家予算

2.1.3 社会経済事情

ネパール国の社会経済事情は資料編に示されている。

2.2 他の援助国、国際機関等の計画

ネパール国で現在実施中の道路関連プロジェクトのリストを資料編Bに示す。また、リストのなかで進行中の幹線道路建設プロジェクトを図2.2に示す。図2.2より現在建設中の幹線道路は図2.1に示したネパール国の戦略的な幹線道路網に合致していることが認められる。さらに、道路部門に係わる各ドナーは、世銀、ADB、インド、ドイツ、スイス、UNCDF、イギリス、中国であること、ADBを除き各機関、国の援助対象は新規道路建設ではなく既存ネットワークの改善にウエイトを置いていることが窺える。

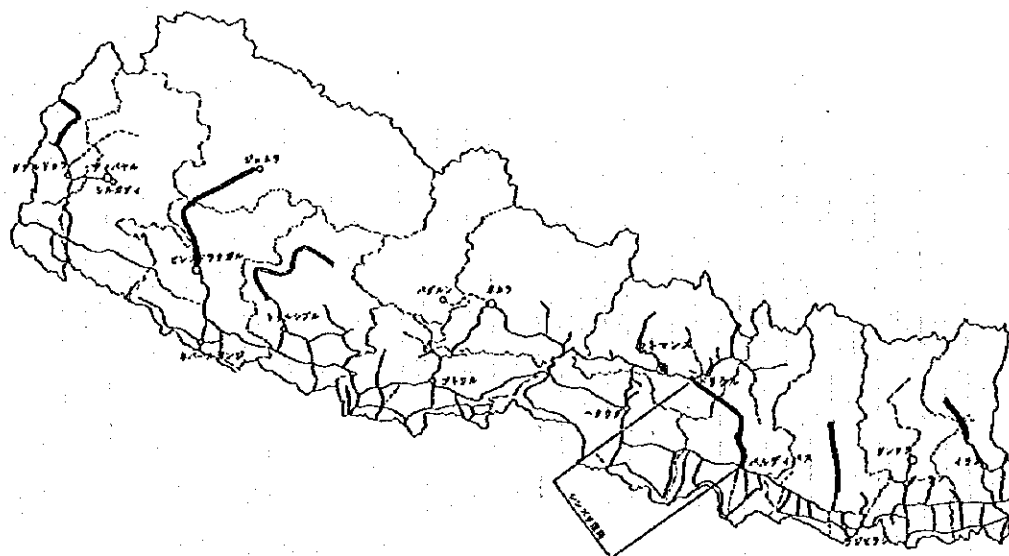


図2.2 ネパール政府資金、ADB資金により実施中の幹線道路建設プロジェクト

2.3 我が国の援助実施状況

ネパールの道路部門に対して日本が援助を実施した、または実施中の事業は以下のとおりである。

ー 道路建設計画 (機材供与)	: 1981年
ー シンズリ道路建設計画 (F/S調査)	: 1986年～1988年
ー カトマンドズ市内橋梁架け替え計画フェーズ1	: 1990年
ー カトマンドズ都市交通計画調査 (M/P, F/S調査)	: 1991年～1993年
ー カトマンドズ市内橋梁架け替え計画フェーズ2	: 1992年
ー シンズリ道路建設計画アフターケア調査 (F/S調査)	: 1993年
ー 新バグマティ橋建設計画	: 1994年～1995年
ー シンズリ道路建設計画 (第一工区) 建設計画	: 1994年～実施中

2.4 当該案件に係る過去の調査概要

シンズリ道路建設計画に係る調査等は現在まで以下のように推移している。

- (1) 1993年 1月～7月 アフターケア調査 (A/C調査)
- (2) 1994年 9月～12月 第一工区に係る基本設計調査

アフターケア調査において当初1車線道路を建設し、将来の交通量の伸びに応じて2車線に拡幅する段階建設を基本とし、舗装と橋梁に関わる段階施工を組み合わせた表2.3に示す5つの代替案について検討を行い、費用最小化の観点から最も事業費の安い代替案-1を最適案とした。しかしながら、技術的な面からは代替案-4が最も推薦される案であるとの判断から、同報告書では予算上許されるならば代替案-4の採用 (アスファルト舗装、将来の拡幅に対応可能な橋梁計画) を提言している。

第一工区に係る基本設計調査において、アフターケア調査をベースにした、無償資金協力により実施される場合を想定したシンズリ道路建設事業の基本構想がとりまとめられ、基本的な実施計画方針として図2.3の基本的な建設の流れが提案された。

表2.3 アフターケア調査で提案された代替案

代替案	車線数	舗装	橋梁	コスト	のり面 対策工
代替案-1	第1次 施工	1車線 砂利舗装	上下部工とも1車線 (4m) 橋梁	大幅に採用	最小限 の採用
	第2次 施工	2車線 浸透式Asphalt舗装	1車線 (4m) 橋梁の併設	橋梁に架替	大幅に 採用
代替案-2	第1次 施工	1車線 砂利舗装	上部1車線 (4.75m) / 下部2車線 (6.5m) 橋梁	大幅に採用	最小限 の採用
	第2次 施工	2車線 浸透式Asphalt舗装	上部工を2車線 (6.5m) に 拡幅	橋梁に架替	大幅に 採用
代替案-3	第1次 施工	1車線 浸透式Asphalt舗装	上下部工とも1車線 (4m) 橋梁	大幅に採用	最小限 の採用
	第2次 施工	2車線 浸透式Asphalt舗装	1車線 (4m) 橋梁の併設	橋梁に架替	大幅に 採用
代替案-4	第1次 施工	1車線 浸透式Asphalt舗装	上部1車線 (4.75m) / 下部2車線 (6.5m) 橋梁	大幅に採用	最小限 の採用
	第2次 施工	2車線 浸透式Asphalt舗装	上部工を2車線 (6.5m) に 拡幅	橋梁に架替	大幅に 採用
代替案-5	一括 施工	2車線 浸透式Asphalt舗装	2車線 (6.5m) 橋梁	2車線橋梁	大幅に 採用

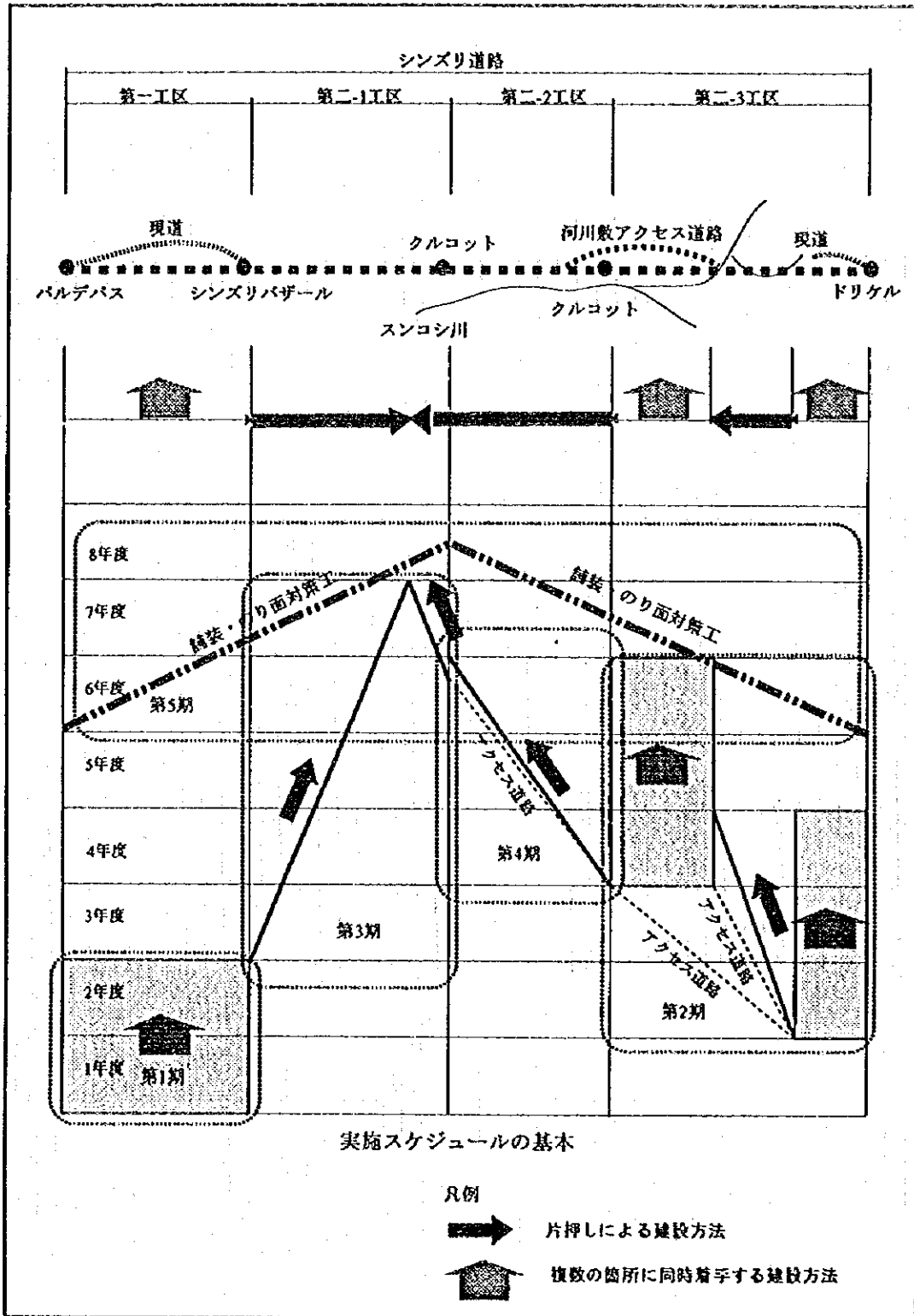


図 2.3 第一工区に係る基本設計調査において提案されたシズリ道路の基本的な建設の流れ

2.5 プロジェクト・サイトの状況

2.5.1 第二-3工区の自然条件

(1) 気候

ネパールは6月から9月にかけて南西モンスーンの影響により、テライ地域から南部丘陵に多量の降雨をもたらす雨季と10月から5月にかけての乾季に区分される。

図2.4はモンスーン季の降雨量を示したものであるが、この図よりシンズリ道路ルートのうちバルデバスよりクルコットまでの第一工区と第二-1工区は2000mm~2500mmと降雨量の多い地域であり、クルコットからドリケル第二-2工区と本調査の対象となる第二-3工区は1000mm~1500mmと比較的降雨の少ない地域であることが認められる。

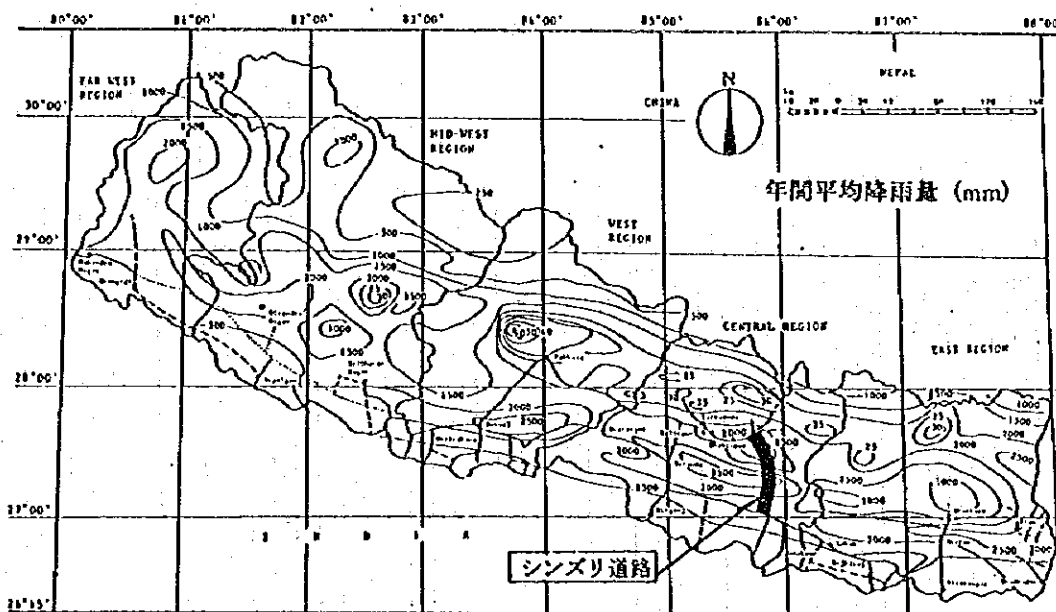


図2.4 ネパール国の年間平均降雨量

年間平均気温は、ルート南端のバルデバスで20から24度C、北端のドリケルで14から16度Cである。

(2) 地震

ネパールは世界的にも地震の多い地域である。過去の記録によるとマグニチュード5以上の地震が年1回発生している。インドの耐震設計基準 (Indian Standard Criteria for Earthquake Resistant Design of Structure, Third Revision, 1989) によるとシンズリ道路の位置する地域は、最も危険度の大きいゾーンSに区分される。

(3) 地形・地質と道路計画上の留意点

本調査では、現地調査に先立って空中写真の判読により災害地形の予備的検討を行い、現地調査でそれらの確認、修正、追加を行い、ハザードマップを作成した。その結果、この区間は道路防災特性の面から、斜面勾配が急で土石流痕跡がよく認められ、岩盤～風化岩地すべり地形が顕著な NEPAL THOK - KATUNJE BESI 区間、KATUNJE BESI - BANGADANDA 区間、および BANGADANDA - KAFLETHOK BESI 区間と、斜面勾配が比較的緩く、粘質土地すべり地形が顕著な KAFLETHOK BESI - ACHERYA GAU 区間、ACHERYA GAU - PHASKET 区間、および PHASKET - DHULIKHEL 区間の6区間に分けることができる(表2.4、図2.5)。以下に、各区間の地形地質の概要と道路防災上の問題点を述べる。

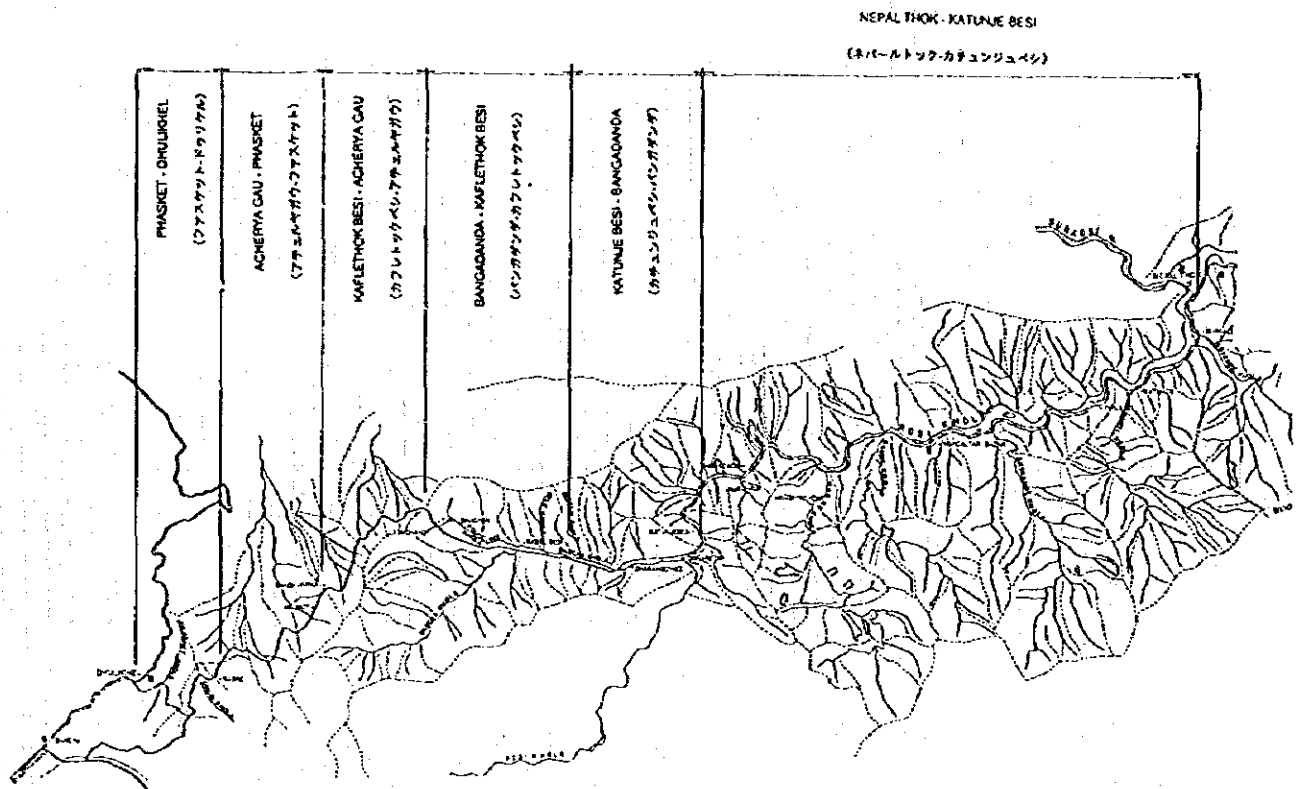


図2.5 第二-3工区の地形地質の面からの区分

A. NEPAL THOK - KATUNJE BESI 区間

A.1 地形

この区間の計画道路はロシ川右岸に計画されている。この区間のロシ川は、KATUNJE BESIから東南東方向に蛇行を伴いほぼ直線的に流下し、河幅は約100m~200mである。ロシ川右岸は急峻な山岳地形を呈し、マハバラット山脈から北東方向に派生する尾根地形と谷地形が交互に発達している。この地形的条件により、ロシ川の蛇行、およびロシ川に沿って尾根とロシ川支流が交互に繰り返り分布する地形が形成されている。このため、計画ルートは尾根部の斜面裾部とロシ川支流の出口付近を避けて通過することはできない。

尾根地形の斜面は、約40°前後の急な勾配をもち、斜面には大規模から小規模の地すべり地形が多数認められる。大規模な地すべりには数百メートルの幅に及ぶものもある。この他、地すべりに至ってはいないものの明らかに緩みゾーンを伴う岩盤斜面、斜面裾部の崩壊地形や崖すい地形、ロシ川支流の出口付近には扇状地地形や段丘地形が認められる。また、ロシ川支流自体には土石流痕跡も認められる。これらの地形は、いずれもマハバラット山脈の隆起が基本要因として働いていると推定される。すなわち、隆起に伴うロシ川およびその支流の下刻や浸食などが斜面の崩壊や地すべりを発生させ、その堆積土砂をマハバラット山脈への降雨が下流へと運びロシ川支流の土石流を発生させていると推定される。

A.2 地質

この区間の計画道路は、マハバラット累層の結晶片岩地帯を通過する。この区間の結晶片岩は泥質片岩、砂質片岩および同互層から構成される。これらの構造は、走行が北30~80°西で基本的に高角度で南傾斜である。このことは、ロシ川が地質構造の規制を受けて地層の走行方向に流下していることになる。さらに、この地質構造は道路の山側斜面が地質に対し受盤構造となることが多いことを示している。

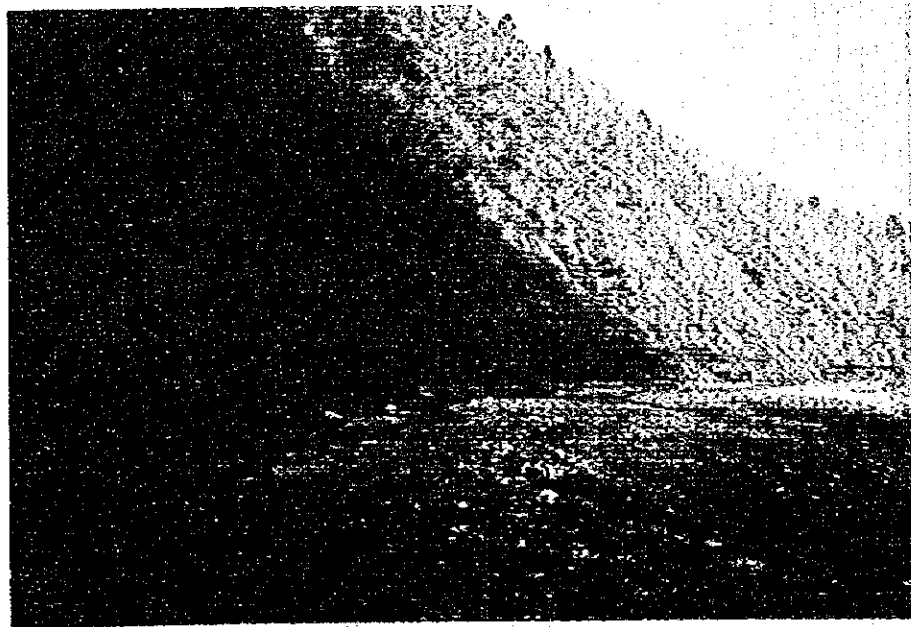
計画道路は斜面裾部をロシ川に沿って計画されているため、基岩の泥質片岩、砂質片岩および同互層やそれらの風化岩のほかに、土砂からなる崖すい性堆積物、砂レキからなる段丘堆積物、扇状地堆積物、河床堆積物の分布する地帯を通過することになる。

ネバルトック〜カチュンジュベシ間



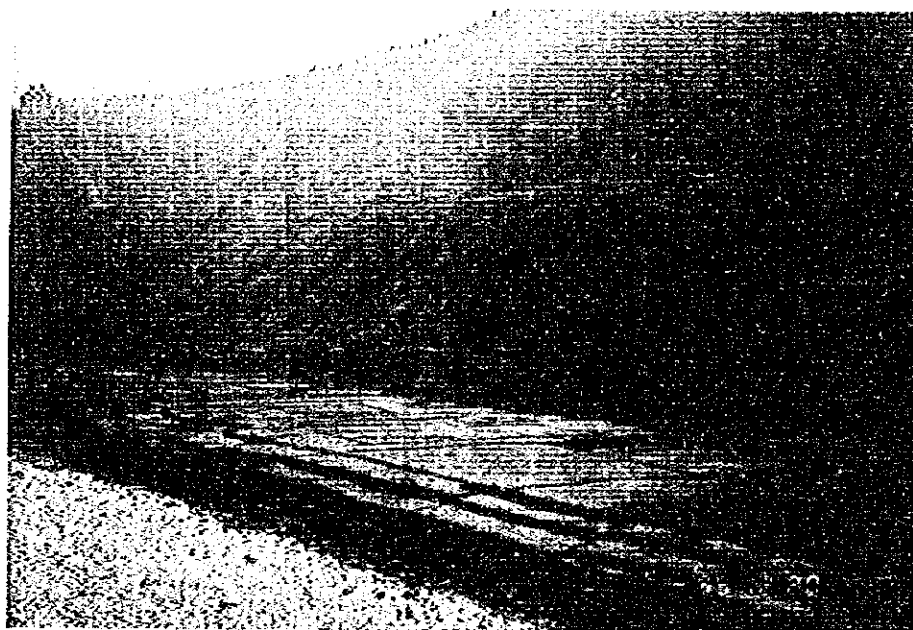
ネバルトック吊橋 (STA.4) から
ドリケル方向を見る。

ロン川攻撃部の岩盤急斜面。道路
を山腹に計画することは大規模な
切土のり面を発生させるとともに、
アンカー等ののり面对策工が求め
られることとなり非常に難しい。
このため、ルートは護岸を設けて
川岸に計画した。

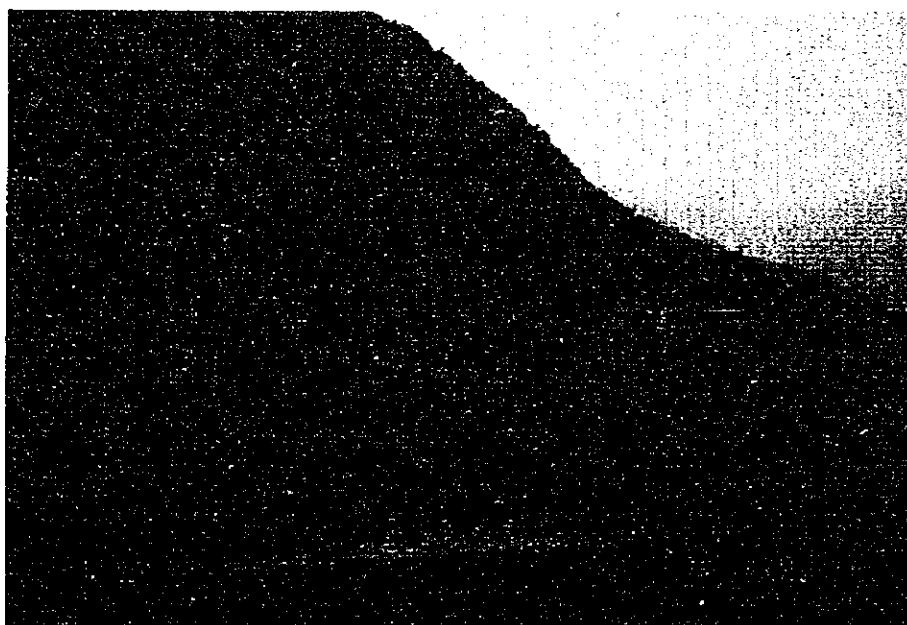


STA.67付近。薄い崩積土に覆われた不安定な斜面である。このような区間で適切なのり面对策工
を施さずに切土を行うと、順次稜線にまで達する斜面崩壊が生ずると予想される。計画ルートは
極力切土のり面の発生を少なくするため、護岸を設けて川側に計画した。

ネパルトック〜カチュンジュベシ間



STA.120付近の地形。ルートはこの高水敷の山側に1~1.5mの盛土をして通過する。



大規模な崩壊跡地
現状で安定を保っていると判断され、崩壊土の川岸部分を保護したうえで、小規模で、かつパ
ランスした切盛土工により通過する。

A.3 道路防災上の問題点

この区間の地形、地質を考慮すると、道路計画上の留意点は、地質状況に応じた切土のり面勾配の設定、地すべりに代表される斜面崩壊対策、ロン川やその支流の土石流による道路の欠壊である。

A.3.1 のり面勾配

道路が斜面裾部に計画されているため、基岩部、基岩の風化部、崖すい性堆積物、段丘堆積物、扇状地堆積物など様々な地質のり面が出現することになる。のり面勾配はその地質状況とのり高に応じて、適正に設定される必要がある。一般には、基岩部では1:0.5~0.8、風化岩部1:0.8~1.0、崖すい性堆積物や段丘堆積物では1:1.0~1.20、扇状地堆積物では1:1.5~2.0程度ののり面勾配を確保することが必要である。

A.3.2 のり面崩壊

この区間の最も重要な特徴は、大~小規模の地すべりの存在、ゆるんだ岩盤斜面の存在、斜面裾部の崖すい斜面の存在である。

大~小規模の地すべり

この区間の地すべりは、通常は安定を保っているものの、大規模な土工や降雨により急激に活動し、滑落することが特徴である岩盤~風化岩地すべりである。このタイプの地すべりに対し道路計画に留意すべき事柄は以下の2点である。

- (a) 規模の大きい地すべり地形を呈す箇所で山裾に小さな崩壊が生じている場合は、地滑りが活動中であるために、山裾に圧縮力が作用し、崩壊が生じている場合が多い。規模の小さな崩壊とあなとり、末端部を切土すると、地すべりの活動が一層活発化し、ついには滑落に至る場合が多い(図2.6)。

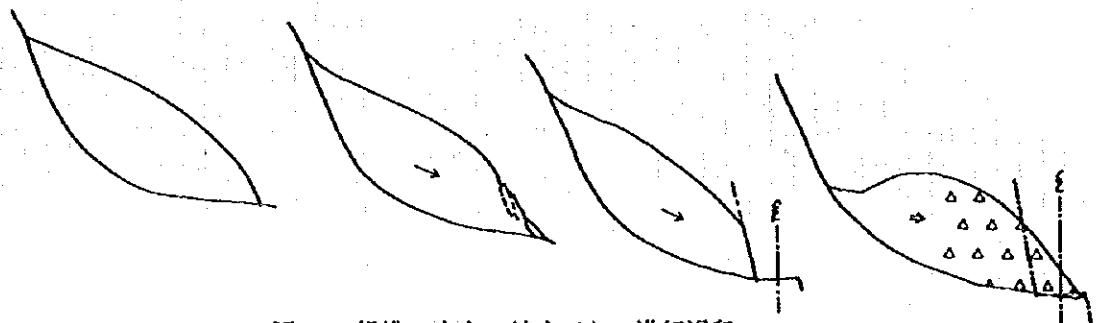


図2.6 規模の大きい地すべりの進行過程

- (b) 通常、規模の大きい地すべりは、常時活動しないため、安定度は高いと考えがちである。また、規模の大きい地滑りにとって、わずかな道路切土の影響による安全率の低下はわずかなことが多い。しかし、この区間のように、地すべりの末端部に崖すい性堆積物が分布する場合には、道路切土を実施し、放置すると、切土の影響が植性を破壊し、浸食を促進させ、崖すい性堆積物全体に崩壊が波及し、地すべり全体を不安低下させ、ついには地すべりの発生を惹起することがある（図2.7）。

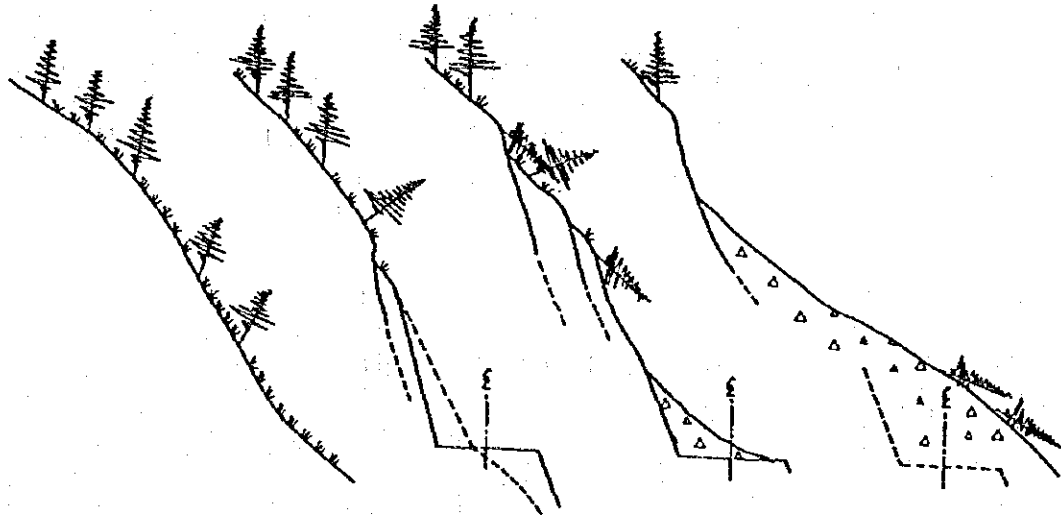


図2.7 規模の大きい地すべり末端部の崖すい性堆積物掘削に伴う影響

したがって、地すべり末端部付近での大規模な切土は極力避けることが必要である。小規模な切土をする場合には、末端部に擁壁などを設置して切土による緩みが上部斜面へ波及することを防ぐ等の適切なのり面工を施工する必要がある。

ゆるんだ岩盤斜面

ゆるんだ岩盤斜面は、長年のロシ川の下刻により応力の解放が促進され、岩盤がクリープを起こしている斜面である。このような斜面は、地すべりと異なり、明確なすべり面を持たず、岩盤に多くのクラックが存在し、クラックに沿って粘土化や土砂化が進行していたりする。このような斜面も、道路土工により斜面裾部を切土すると、斜面のバランスを崩し、崩壊に至ることが多い。このような斜面は、河川屈局部の攻撃斜面付近に多い。この場合も斜面裾部での切土は極力避けることが必要で、大規模な切土する場合は、ゆるみ部全体の排土、ロックボルトやアンカー工での安定化などが必要である（図2.8）。

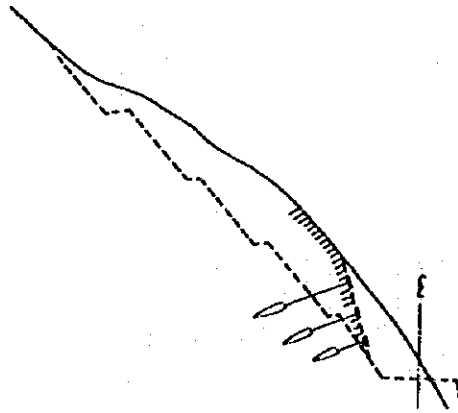


図2.8 弛んだ岩盤切土部の施工方法

斜面裾部の崖すい斜面

地すべり末端部や斜面上部に段丘や崩壊地がある場合には、斜面裾部に崖すい性堆積物が分布していることが多い。崖すい性堆積物は、土砂や石レキからなり、それ自体クリープしている場合や極限的な安息角を保っていることが多い。したがって、崖すい斜面を道路土工により切土すると、安定のバランスを崩し、崩壊するが多い。崖すい斜面が不安定になると、崩壊は上部へ次々に波及し、植性の破壊、浸食の促進と悪循環に陥ることが多い。したがって、斜面裾部の崖すい斜面も局力切土をさけ、止むを得ない場合には擁壁工やブロック工を施工し、末端部を抑えるなどの工夫が必要である（図2.9）。



図2.9 崖すい斜面を切土する場合の対応

A.3.3 道路の欠壊

当区間では道路を欠壊させる要因として、土石流と河川流水による欠壊がある。

土石流

この区間では、計画道路はロシ川沿いの土石流痕跡が認められる多数の支流出口の谷地形を横断する。この区間の谷地形（支流）はマハバラット山脈から派生し、流域面積も比較的大きい。さらにマハバラット山脈には雨季に年間約2200～3000mmの降雨があるため、計画道路が横断する谷地形は、土石流が容易に発生しやすい沢や谷と予見される。したがって、当該箇所の道路は、土石流通過断面を確保した構造とするか、あるいは土石流が通過しても道路の欠壊を生じない構造とすることが必要である。

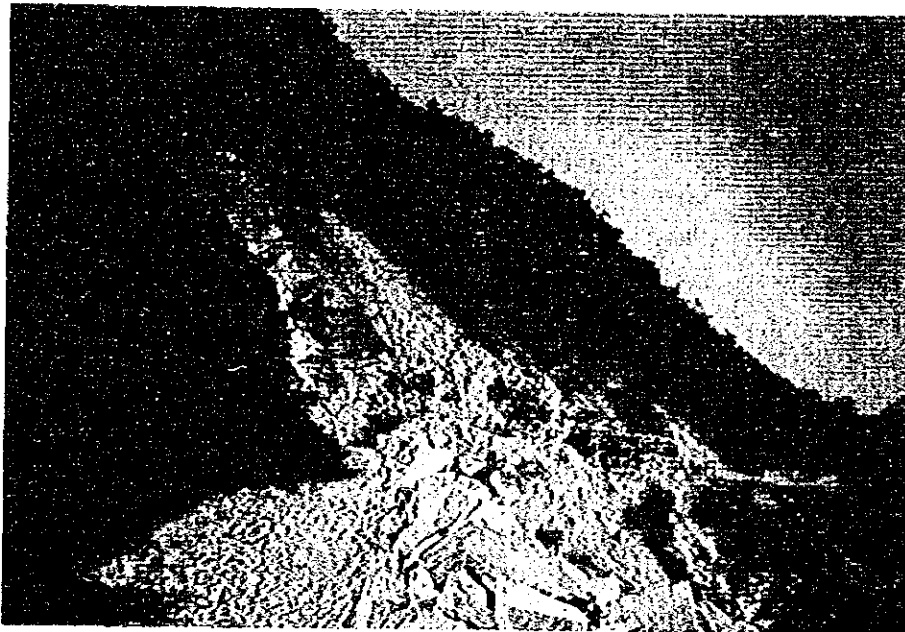
河川流水による道路欠壊

この区間の計画道路は、斜面裾部をロシ川に沿って計画されている。したがって、道路川側のり面では河川による浸食が懸念される。つまり、洪水の水位上昇時には波浪や土壌の飽和による浸食、水位低下時には残留間隙水圧の発生により川側のり面の崩壊などが懸念される。また、ロシ川の攻撃斜面では流水による浸食により道路川側のり面が崩壊することが懸念される。とくに、ロシ川は洪水時に河川水が土砂やレキをともなって流下する砂防河川であるため、洪水時のその浸食力は特に大きいものと推定される。したがって、河川水が及ぶと判断される道路川側のり面については、護岸工を施し、浸食にも十分耐えうるような構造とすることが必要である。

カチュンツジュベシ〜バンガダダ間



STA.240+50の小規模な地すべり。



弛んだ岩盤斜面

B. KATUNJE BESI - BANGADANDA 区間

B.1 地形

この区間の計画道路は、ロシ川とダブチャ川合流点对岸付近のダブチャ川左岸に計画されている。合流点对岸の地形は幅広い尾根地形を呈す。道路は、この尾根を迂回する形で川床から比高30～50m付近の山腹に建設された現道に沿って計画されている。

この尾根地形には、数条の溪流が分布するほか、山裾には崖すい地形と段丘地形が認められ、計画道路は尾根地形の山腹斜面を通過するほか、尾根地形に発達した溪流を横断して通過する。さらに、部分的に崖すい地形や段丘地形の箇所も通過する。

尾根地形の斜面は、20～30°の勾配をもち、規模の大きい地すべり地形は認められないが、現道建設の際に発生したと推定される中小規模の地すべりが数ヶ所と緩んだ岩盤斜面が認められる。その他、溪流出口付近には土石流痕跡が認められる。

B.2 地質

この区間の計画道路は、やはりマハバラット累層の結晶片岩地帯を通過する。この区間の結晶片岩はカコウ質片岩から構成される。これらの構造は、走行がほぼ南北で傾斜は垂直に近い高角度である。

計画道路は山腹斜面をダブチャ川に沿って計画されているため、基岩のカコウ質片岩やその風化岩のほかに、土砂からなる崖すい性堆積物、砂レキからなる段丘堆積物分布する地帯を通過することになる。カコウ質片岩の風化岩は、砂質のマサに近い状態である。

B.3 道路防災上の問題点

この区間では、とくに現道建設により、斜面にゆるみ領域や小すべりが発生していることに留意すべきである。道路計画上で留意すべき事項は切土のり面勾配の設定、のり面崩壊対策、土石流対策である。

B.3.1 のり面勾配

道路は現道沿いの山腹斜面に計画され、斜面勾配も著しく急ではないため、大規模な切土のり面は出現しない。カコウ質片岩部、風化カコウ質片岩部で1段のり面が出現する程度である。これらのり面勾配はカコウ質片岩部では1:0.5～0.8、風化カコウ質片岩部1:1.0～1.2程度のり面勾配を確保することが必要である。

8.3.2 のり面崩壊

この区間では、中小規模の地すべりとゆるんだ岩盤斜面ののり面崩壊が問題になる。

中小規模の地すべり

中小規模の地すべりは、この区間の最終点付近に認められる。このうち、2ヵ所の地すべりで現在活動中なことを示すクラックや段差がみとめられる。1つは中規模の地すべりで中腹部にクラックが認められる。この地すべりでは末端部付近での切土は極力避けることが必要である。残りの箇所は、幅30m程度の沢部に分布する地すべりである。この地すべりは沢部にあるため末端部を土工により切土することはないが、維持管理時を考慮し、地滑りの頭部排土、地下水排除工、地表面排水路工などを実施することが望ましい。

のり面崩壊

現道の山側のり面には不適切な切土のり面勾配のために、ゆるんだ岩盤や崖すい部のり面が認められる。計画道路は谷側に拡幅される予定のため現状のり面を大きく変更するものではないが、旧切土のり面をそのまま放置すると、小崩壊の上部斜面への波及、植性の破壊、浸食の促進などがあるため、のり面对策として山側のり面に変形にフレキシブルな布団籠工などの擁壁工を施工することが重要である。

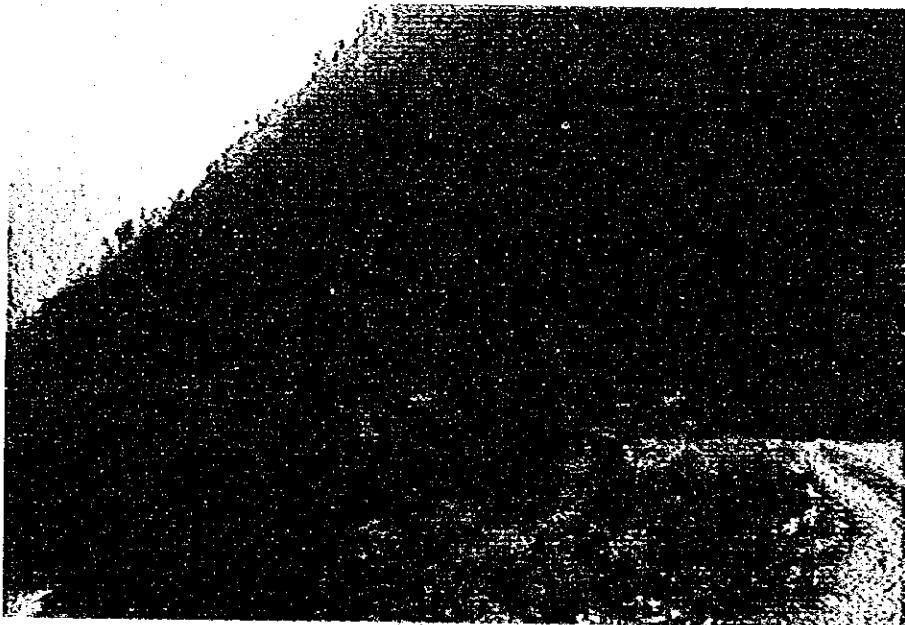
B.3.3 土石流

この区間では、現道が横断している溪流部の数箇所では土石流痕跡が認められる。このような箇所では土石流通過断面を確保するか、あるいは土石流が通過しても道路の欠損を生じさせないような道路構造とすることが必要である。

パンガダンダ〜カフレトックベシ間



STA.263付近の弛んだ岩盤斜面。この区間はこれ以上の掘削を避けるため道路幅員を将来にわたって4mとした。



STA.266付近の薄い崩積土に覆われた斜面。現道の建設により斜面崩壊が進展していく様子が認められる。
適切なり面対策工の採用、または切土のり面を極力小さくする必要性を示す好例である。

C. BANGADANDA-KAFLETHOK BESI 区間

C.1 地形

この区間の計画道路は、ダブチャ川流域南縁の尾根斜面の裾部でダブチャ川右岸に計画されている。この区間のダブチャ川は、KAFLETHOK BESIから南南東方向に、ほぼ直線的に流下し、河幅は30m～80mである。計画道路はダブチャ川が開析した斜面の裾部を現道に沿って、ほぼ地形なりに計画されている。このため、計画道路は斜面裾部を通過するほか、溪流も横断することになる。

尾根地形の斜面は、約40°の勾配を持ち、部分的に幅約100m前後の地すべり地形が認められる。さらに、やや膨らみを持ったゆるんだ岩盤斜面や斜面裾部には崩壊地形や崖すい地形が認められる。ダブチャ川沿いにはいくつかの段丘地形も認められる。

C.2 地質

この区間の計画道路は、マハバラット累層の片麻岩地帯を通過する。片麻岩の構造は、走行がほぼ南北で西に30～60°の傾斜である。このことは計画道路の斜面は地質に対し受盤構造となることが多いことを示している。

計画道路は斜面裾部をダブチャ川に沿って計画されているため、基岩の片麻岩やそれらの風化岩のほかに、土砂からなる崖すい性堆積物、砂レキからなる段丘堆積物の分布する地帯を通過することになる。

C.3 道路防災上の問題点

この区間では、現在活動中と判定される地すべりは分布していない。しかし、この区間の河川幅が狭いために、いったん規模の大きい地すべりや崩壊が滑落すると河川閉塞の恐れがあり、単に道路防災にとどまらず、ダブチャ川沿いの住民にも影響が波及する恐れがある。したがって、のり面対策は特に重要である。

C.3.1 のり面勾配

道路は斜面裾部に計画されているため、道路には片麻岩、風化片麻岩、崖すい性堆積物、段丘堆積物ののり面が出現することになる。したがって、のり面勾配はその地質状況とのり高に応じて、適正に設定される必要がある。一般には、片麻岩では1:0.5～0.8、風化片麻岩1:0.8～1.0、崖すい性堆積物や段丘堆積物では1:1.0～1.20程度ののり勾配を確保することが必要である。

C.3.2 のり面崩壊

この区間では、いくつかの風化岩すべりとゆるんだ岩盤斜面の崩壊が問題になる。いずれも現道建設で多少の緩みが生じているが、活発に活動中とは判断しがたい。しかし、いったん活動を開始すると河川の閉塞という恐れがある。したがって、この区間では、とくに地すべりとゆるんだ岩盤斜面の末端部での切土は極力避けるべきである。

C.3.3 道路の欠壊

当区間では道路を欠壊させる要因として、土石流と河川流水による欠壊がある。

土石流

この区間では、計画道路は200m～300m毎に溪流を横断する。溪流は、溪床勾配が急なために、降雨強度の大きい降雨では土砂を出しやすい。そのため、規模の大きい構造物は必要としないが、道路計画に当たっては、溪流横断部には土石流通過断面を確保するかあるいは土石流が通過しても道路の欠壊を生じさせないような構造とすることが必要である。

河川流水による道路欠壊

この区間の計画道路は、斜面裾部をダブチャ川に沿って計画されている。したがって、川側のり面は河川による浸食が懸念される。ダブチャ川は、ロシ川同様に、砂防河川であることから、攻撃斜面部ではとくに浸食力が特に大きくなることに留意して、護岸工を施し、浸食にも十分耐えうるような構造とすることが必要である。

カフレトックベシ〜アチエルヤガウ間



この区間は写真のように平坦な地形を呈する。

D. KAFLETHOK BESI - ACHRYA GAU 区間

D.1 地形

この区間の計画道路は、ダブチャ川が狭窄部に形成した沖積平野～丘陵地帯の中央部付近を現道沿いに計画されている。この地帯は、広く稲作圃場として土地利用されている。その圃場は、いわゆる馬蹄形の凹地状を呈し、比高と勾配の極めて小さい地形の組み合わせである。したがって、この地区は極めて緩慢に動く粘質土すべり地形を、農民が改良し、稲作圃場として活用しているものと判断される。

D.2 地質

この区間の沖積平野はシルト質～粘質土からなり、片麻岩起源であるため多くの雲母を含有していることが特徴である。したがって、沖積平野を構成する地質は、乾燥状態では非常に砂質土の特性に近くなるが、水に触れると粘質土に近い特性を示す。丘陵地帯では、尾根部は風化片麻岩から構成されるが、沢部は含雲母シルト質～粘質土からなる。丘陵地帯の尾根部で新鮮な片麻岩は認められず、ハンマーの軽い打撃で掘削が可能なほど風化し、マサ状態となっている。したがって、雨水により容易に浸食されやすいという特性がある。

D.3 道路防災上の問題点

この区間では、沖積平野～丘陵地帯に分布する現道に沿って道路計画がなされている。したがって、地形勾配は極めて緩くかつ大きな土工も発生しない。したがって、道路防災上問題となる事項は、従来の区間と性質を異にする。

D.3.1 のり面勾配

計画道路は、地形勾配が緩傾斜なため、高い切土斜面は出現しない。出現する切土のり面の地質はマサ状の風化片麻岩あるいは含雲母シルト質～粘質土である。これらはいずれも、雨水や流水に対する受食性が小さいという特徴がある。したがって、これらの切土のり面に緑化工を施工しないならば、のり勾配をきつくし浸食を防ぐことの方が合理的である。一般的には、風化片麻岩部1:0.5～0.8、含雲母シルト質～粘質土1:1.0～1.2程度ののり勾配を確保することが重要である。この場合でも、のり面とその裾部に雨水が貯留することのないように工夫する必要がある。

D.3.2 のり面崩壊

この区間の最も重要な特徴は、緩勾配の粘質土すべりの存在である。これらの土すべりは急激な動き移動はせず、極めて緩慢にクリープしている状態と推定される。

したがって、切盛バランスを十分考慮し、周辺地盤の排水路網を生かしながら計画することが必要である。排水路網では側溝の下に盲暗渠を施工すると、道路を含む斜面全体の安定には特に有効である。

E. ACHRYA GAU - PHASKET 区間

E.1 地形

この区間では、計画道路は北東から南東に伸びるダブチャ川北縁の山稜の北側に現道に沿う形で計画されている。したがって、計画道路はACHRYA GAUから、標高を上げ、山腹の土すべり地帯を通過しながら、PHASKETに到達することになる。

この区間の地形的特徴は、千枚田で代表される典型的な粘質土すべりの地形の存在である。この地区の斜面勾配は $5\sim 10^\circ$ の緩斜面と $30\sim 40^\circ$ の急斜面が、交互に連続し、急斜面が土すべりの滑落崖、緩斜面が土すべり本体を構成している。この地形は、まさに山の上から裾野まで広がっている。このために、計画道路はこれらの土すべり地形を避けて通過することはできない。これらの土すべり地形のうち、数ヶ所でクラックなどが分布し、活動中と判断される土すべりが確認された。活動中の土すべりは、沢ないし溪流近傍の土すべりで、背後から地表水が流入しやすい条件が形成されている。

E.2 地質

この区間の土すべりの地質は片麻岩起源の崩積土から構成される。わずかに尾根付近あるいは直線的な斜面部に片麻岩あるいは風化片麻岩が分布している。片麻岩起源の崩積土は含雲母シルト～粘質土からなり、乾燥状態では非常に砂質土の特性に近く、含水状態で粘質土に近い特性を示す。風化片麻岩は、強風化し、岩組織は残すものの、ハンマーの打撃で容易に掘削が可能ほど、マサ化し、雨水により容易に浸食されやすい。片麻岩の構造は走行が南北から北 20° 西の範囲で、傾斜は北に 50° 北～垂直である。したがって、この区間の計画道路の斜面は、地層に対して流れ盤となる。

アチエルヤガウ〜ファスケット間



STA.410付近に見られる千枚田



この区間の現道。

E.3 道路防災上の問題点

この区間で最も道路計画問題となるのは、直列して分布する粘質土地すべりである。

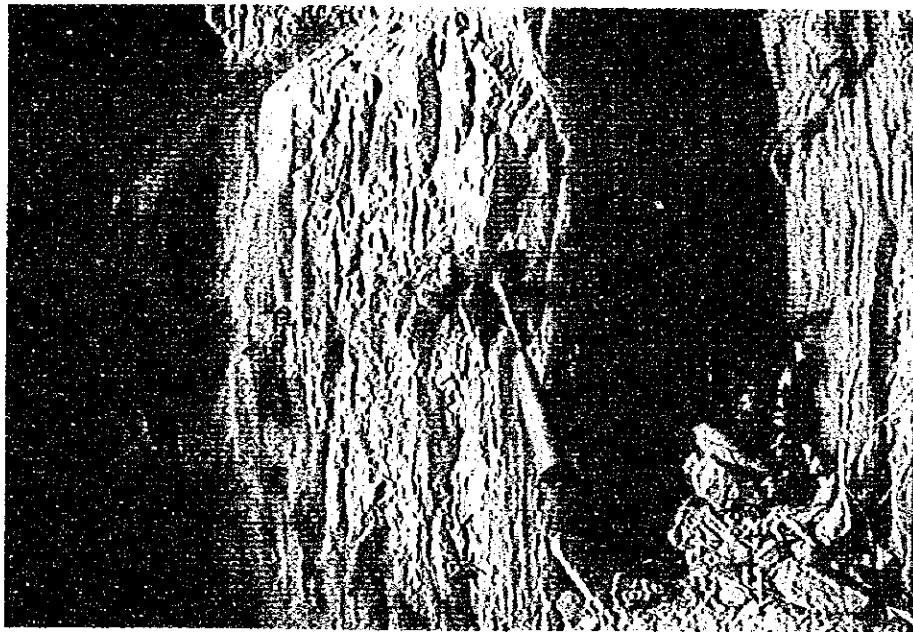
E.3.1 のり面勾配

この区間の地質は片麻岩、風化片麻岩、地すべり崩積土の含雲母シルト質～粘質土である。したがって、その状態は、比較的新鮮な片麻岩をのぞいて、KAFLETHOK BESI - ACHRYA GAU間と同じである。したがって、緑化工などののり面工を施工しないならば、のり勾配をきつくし、浸食を防ぐことが必要である。その方が地すべりの安定性にも有効である。のり勾配は片麻岩部、風化片麻岩部で1:0.5～0.8、含雲母シルト質～粘質土で1:1.0～1.2程度ののり勾配を確保することが重要である。さらに、のり面とその裾部は雨水が貯留することのないように工夫する必要がある。

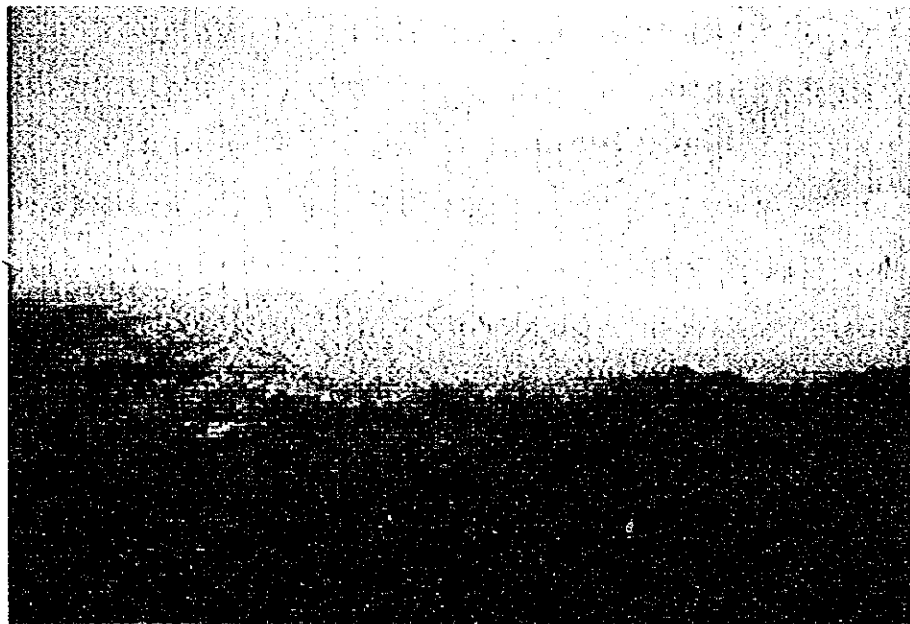
E.3.2 のり面崩壊

この区間では粘質土地すべりを避けて通過することができない。したがって、地すべりを極力不安定とすることのないように道路を通過させる必要がある。これらの直列的に配列する地すべりの機構は、個々の地すべりブロックが相互に滑動体と抵抗体として干渉しながら、全体が極めて緩慢に滑動している状態と推定される。したがって、道路土工は土工量を極力少なくしながら、切盛バランスが釣り合うように計画する必要がある。また、現在活動中と判断される地すべりは、将来の供用時を考慮すると、地すべり頭部の排土、地下水排除工、地表面排水路工などを施工し、安定化を図ることがきわめて重要である。また、道路の溪流横断箇所では、通水断面を確保し、渓流水が道路を通して斜面に運ばれ地すべりが不安低下することのないように、カルバートなどを施工し通水断面を確保する必要がある。さらに、この地区でも周辺地盤の排水路網を生かしながら計画する必要がある。また、道路側溝の下に盲暗渠などを施工すると、道路を含む斜面全体の安定に特に有効である。

ファスケット〜ドリケル間



強風化片麻岩層



現道より離れて新設区間が始まる箇所よりドリケルの街を望む。

F. PHASKET - DHULIKHEL 区間

F.1 地形

この区間では、計画道路はダブチャ川北縁の山稜をPHASKETの鞍部でこえ、山腹の南側～西側をほとんど現道に沿う形で計画されている。

この区間の地形的特徴は、斜面勾配約 5° 程度の幅広い、勾配の緩い沢地形と斜面勾配 $15\sim 20^{\circ}$ 程度の幅広い尾根地形である。尾根地形には、いくつかの風化岩地すべり地形が認められるが、現在、活動中のものは認められなかった。むしろ、山側のり面の崩壊地形が数ヵ所で認められた。

F.2 地質

この区間の地質は、基本的にACHRYA GAU - PHASKET区間と同じで、沢部は片麻岩起源の崩積土、尾根付近あるいは直線的な斜面部には風化片麻岩が分布している。新鮮な片麻岩はこの区間ではほとんど認められない。崩積土は、やはり含雲母シルト質～粘質土からなり、乾燥状態では砂質土の特性、含水状態で粘質土に近い特性を示す。風化片麻岩もやはり、強風化し、岩組織は残すものの、マサ化し、雨水により容易に浸食されやすい。片麻岩の構造は走行が南北あるいは北から北 20° 西で、傾斜は北に 50° 北～垂直である。

F.3 道路防災上の問題点

この区間で最も道路計画上問題となるのは、風化岩地すべりである。

F.3.1 のり面勾配

この区間の地質は風化片麻岩、崩積土の含雲母シルト質～粘質土である。したがって、その状態は、ACHRYA GAU - PHASKET間と同じである。したがって、のり勾配をきつくし、浸食を防ぐことが重要である。のり勾配は風化片麻岩部 $1:0.5\sim 0.8$ 、崩積土で $1:1.0\sim 1.2$ 程度ののり勾配を確保することが重要である。

F.3.2 のり面崩壊

この区間では、いくつかの風化岩すべりと斜面の崩壊が問題になる。斜面の崩壊は現道建設に伴う多少の緩みが生じていると推定されるが、その規模は小さい。そこで、この区間では、とくに地すべり末端部での切土は極力避けることと崩壊が生じている箇所にはフレキシブルな布団巻などで崩壊末端部を抑えることが必要である。

2.5.2 シンズリ道路建設事業による裨益人口

シンズリ道路は図2.10に示すように中央開発地域のマハタリ県、シンズリ県、ラメチャップ県、カブレパランコック県を通過する。第二・3工区の起点となるネバルトックはシンズリ県、ラメチャップ県、カブレパランコック県の3県の境界に位置している。各県の1991年における人口は以下のとおりである。

—マハタリ県	44万人
—シンズリ県	22万人
—ラメチャップ県	19万人
—カブレパランコック県	32万人

また、シンズリ道路により裨益するカトマンズ盆地内と東部開発地域の人口はそれぞれ110万人、444万人である。

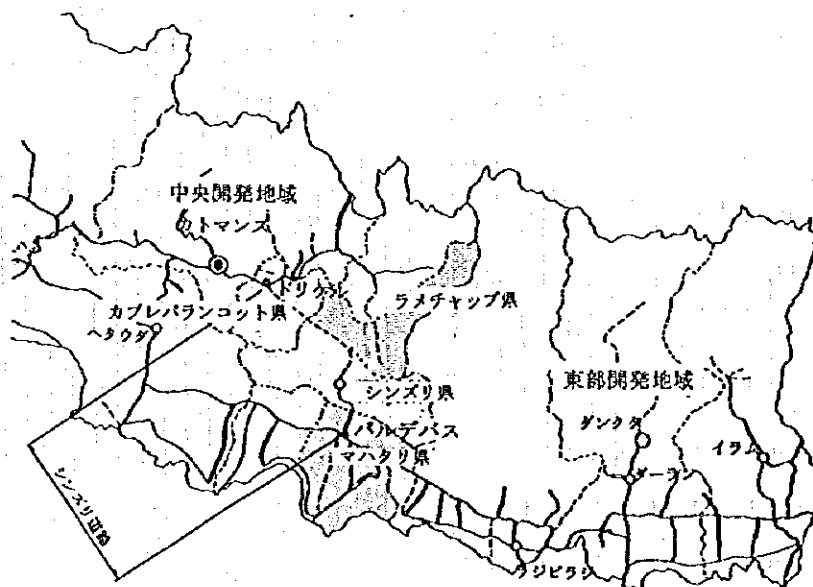


図2.10 シンズリ道路により裨益する区域

2.5.3 交通量

アフターケア調査で行った将来交通需要予測の見直しのため、道路ネットワークの主要地点であるナウピセ、ナラヤンガット、パトレヤの3地点で補足的な交通量調査を行った。交通量調査データを資料編に示す。

パトレイア	12月11日 (月)	12時間
ナラヤンガット	12月12日 (火)	12時間
ナウピセ	12月14日 (水)	24時間

交通量測定結果を図2.11に示す。調査地点の交通量は1993年に測定した交通量に対して、12%~18%増加していることが確認された。

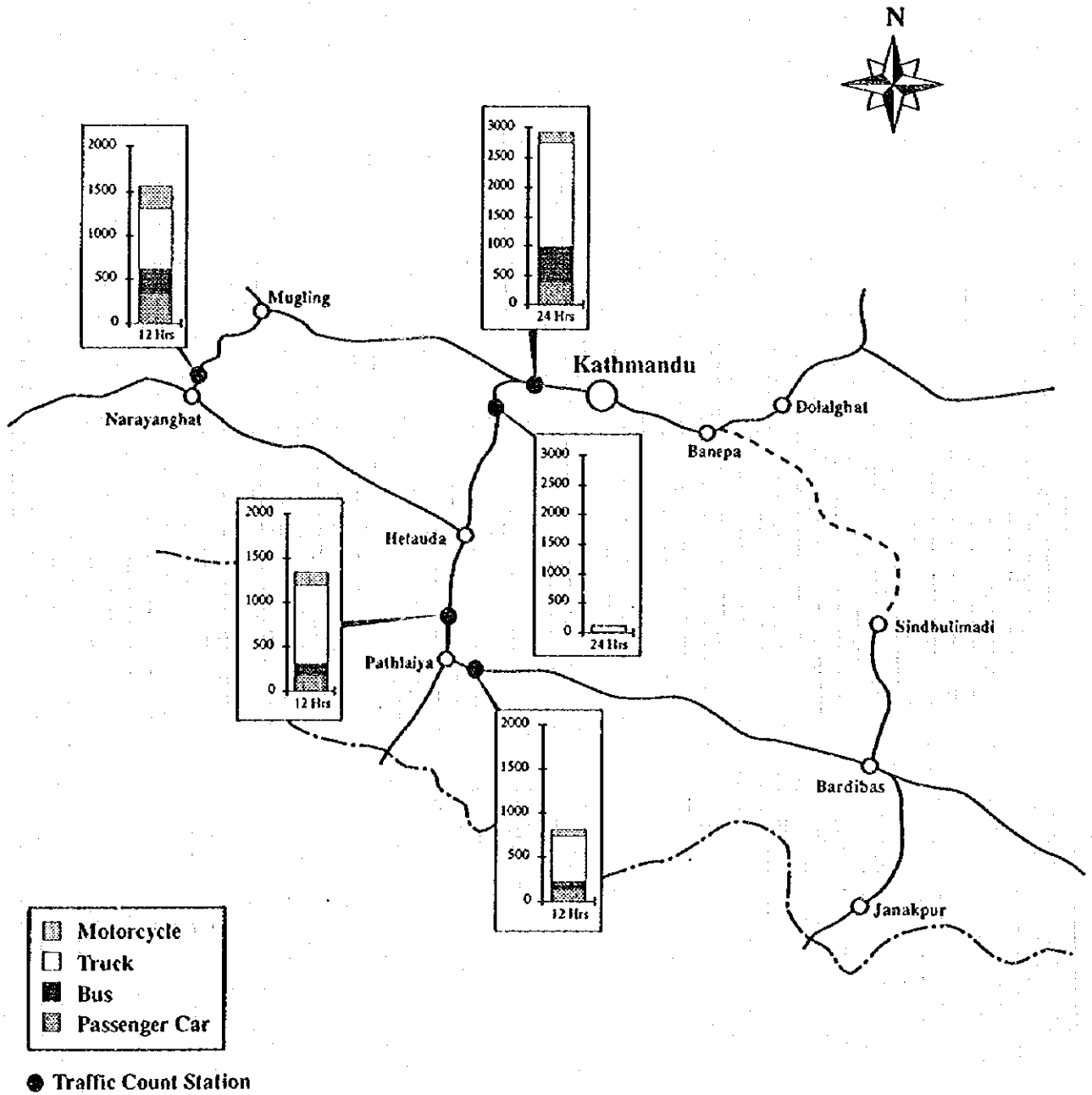


図2.11 交通量測定結果

アフターケア調査で予測した1995年の交通需要と今回の実測値の関係から、将来交通需要の伸び率を補正してシンズリ道路全線の完成を2003年として将来交通需要を予測した。図2.12～2.14に2003年、5年後の2008年、10年後の2013年の交通需要の予測値を示す。

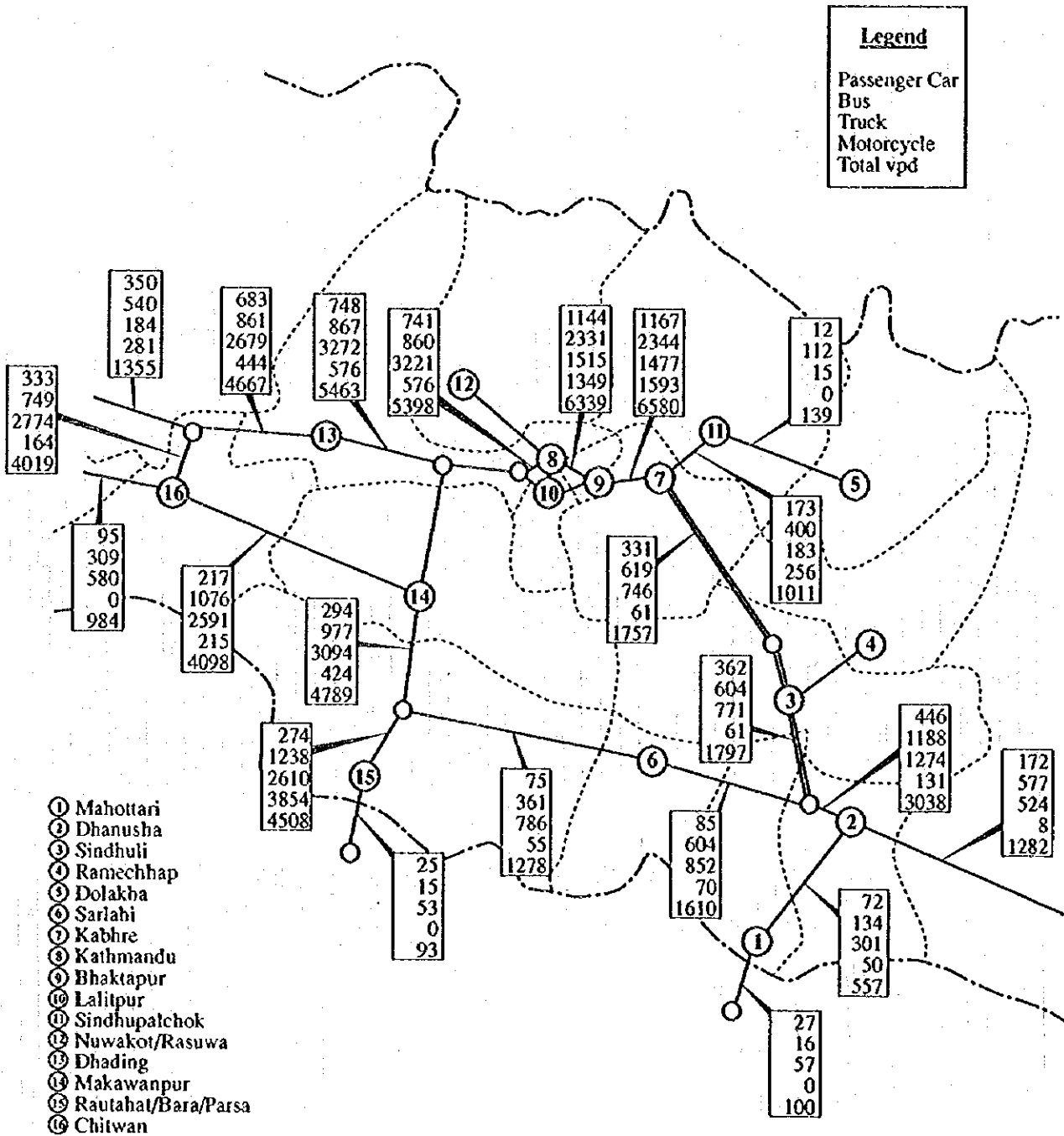


図2.12 2003年の交通需要予測値

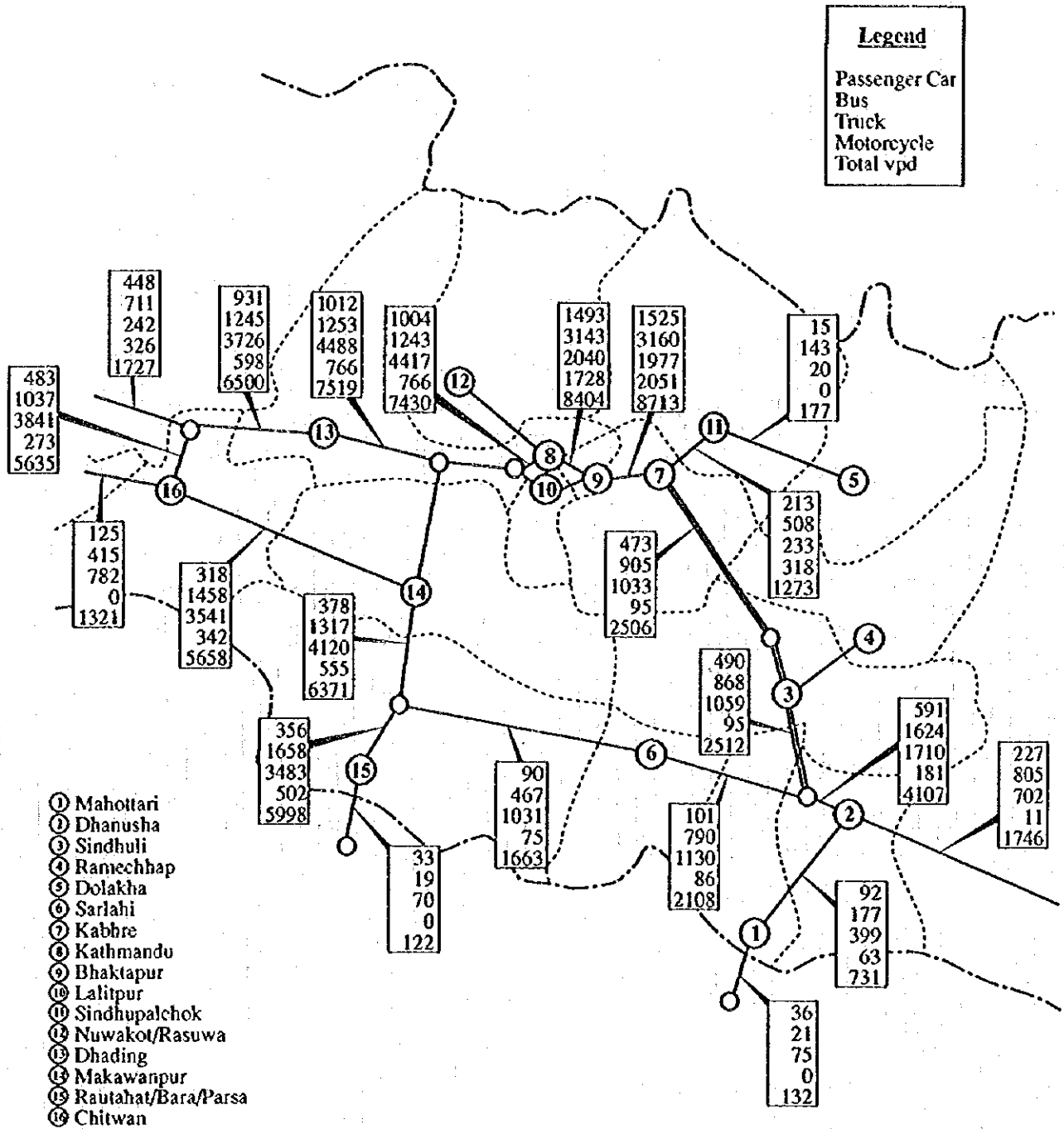


図2.13 2008年の交通需要予測値

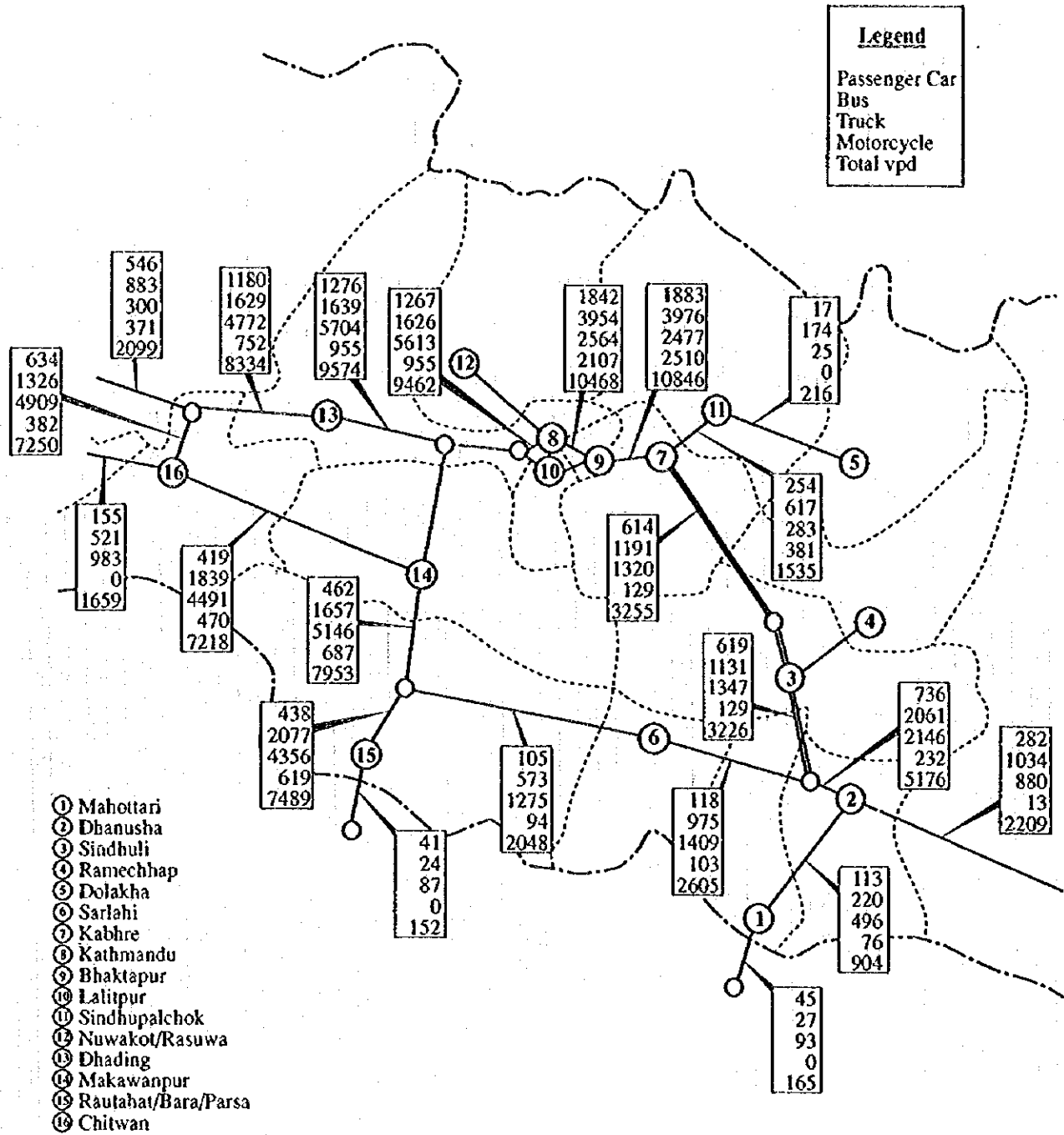


図2.14 2013年の交通需要予測値

交通量調査を補足するため、カトマンズ盆地の玄関口にあたるタンコットの交通検問所の1995年10月から11月の隔日の検査調査からカトマンズと東部開発地域間の交通実態を調査した結果、表2.5に示すデータが得られた。

東部開発地域からカトマンズへ到着する交通

調査日	夜間バス	昼間バス	トラック	合計
1995年10月22日	167	123	422	712
1995年10月25日	142	123	42	307
1995年10月28日	187	178	252	617
1995年10月30日	141	119	378	638
1995年11月2日	159	194	385	738
1995年11月9日	175	127	337	639
1995年11月11日	192	114	328	634
1995年11月15日	201	125	307	633

カトマンズから東部開発地域へ出発する交通

調査日	夜間バス	昼間バス	トラック	合計
1995年10月22日	189	143	392	724
1995年10月25日	97	113	40	250
1995年10月28日	207	105	250	562
1995年10月30日	181	134	247	562
1995年11月2日	195	138	448	781
1995年11月9日	179	138	346	663
1995年11月11日	175	147	252	574
1995年11月15日	180	143	377	700

データソース： 中央交通警察署

表2.5 カトマンズと東部開発地域間の交通実態

表2.5よりカトマンズと東部開発地域間の交通は1日あたり平均的にバス610台、トラック500台、その他乗用車であることが認められる。バス1台あたり50人の乗客とすると一日あたり3万人、年間で延べ1千万人以上の人々がカトマンズと東部開発地域の間を行き来しているものと推定される。

2.6 環境への影響

2.6.1 留意すべき環境影響

アツターケア調査で抽出されたシンズリ道路建設事業実施にあたり留意すべき環境影響項目は、住民移転、地域経済活動、交通・生活施設、水利権、掘削残土処分、災害、土壌侵食、森林保全、景観、大気汚染、水質汚濁、および騒音振動である。

2.6.2 想定される環境影響と軽減策

以上の環境影響項目に係わる軽減策を以下に述べる。

(1) 住民移転

第二-3工区の道路用地幅（50m）内には約254軒の家屋がある。このため、道路用地内の全ての家屋について移転を求めることは、多数の移転住民の生活安定への多大な影響を与えると予想される。しかしながら、計画ルートは基本的に支障家屋を最小とするよう計画しているとともに、道路用地幅50mに対して計画道路の平均道路敷地幅は約12mである。このため、実際に道路建設に支障する家屋は約99軒である。

これらの大部分は現道区間で道路沿いに位置した農家であるため、近傍の所有地に移転が可能な場合が多い。したがって、ネパール政府として50mの道路用地を当初より取得して家屋の立ち退きを求めるのではなく、実際の道路建設範囲について用地取得を行い、残りの範囲は開発規制を行うにとどめる措置を取ることにより住民移転問題の軽減が計られることが望ましい。

(2) 経済活動

計画道路沿線は農業を営む自給自足性の高い地域である。さらに、ダブチャ川、ロシ川の川岸に発達した狭い河岸段丘を利用した零細な農業経営を行っている。このため、道路用地幅50mで土地取得を行うと、ただでさえ少ない農地を農民から奪い、その生活手段を取り上げる事となる。

したがって、住民移転問題と同様に、ネパール政府として50mの道路用地を当初より取得するのではなく、実際の道路建設範囲について用地取得を行い、残りの範囲は開発規制を行うにとどめる措置を取るのが望ましい。

(3) 交通・生活施設

計画道路は現道拡幅および新設道路であり、集落等を回避して計画されていることから交通・生

活施設に係わる影響は軽微である。しかしながら道路終点のドリケル市の周辺では市街化が急速に進むと予測され、しかもコダリ道路との分岐点にあたることから長距離バスおよびトラックの停留、乗客の乗り換えによる混雑が予想される。

このため、ドリケル市周辺については交通安全、スムーズな交通の確保を道路計画において考慮する。

(4) 水利権・入会権

ルート沿いに粉ひき水車および灌漑用の水路が設置されている。道路建設にともない、これらの水路機能を障害する箇所が多々発生する。

このため道路計画、実施計画において、障害を与える水路の機能補償措置、および工事中の機能保全についても考慮する。

(5) 廃棄物

道路建設に伴い、掘削残土が発生する。残土処理が不適切な場合、泥土の流出により土砂災害、斜面植生の破壊などの影響が懸念される。

このため、残土発生量を極力少なくする道路計画をおこなうとともに、適切な土捨て場を用意する。さらに、工事中においても土捨て場の施工内容について十分な監理を行う。

(6) 災害

計画道路は地すべり地形が発達するなど脆弱な地質、急峻な地形のなかに計画される。このため、切土、盛土などの地形改変により斜面崩壊を誘発して道路本体が被災するのみならず、道路の上下に位置する田畑、家屋に影響を及ぼすことが考えられる。

このため、ハザードマップを用いて災害リスクを予測し、影響を極力小さくする道路計画を行う。基本的には大規模な切土、盛土を伴わないコンパクトな道路計画を行う。

(7) 土壌侵食

道路建設に伴う地形の改変、植生の除去による表土の露出、工事中の降雨、路側水路による表流水の集中による沢水、河川の汚濁、沢の侵食の昂進により下流側住民の生活および田畑に影響を及ぼすことが考えられる。

このため、道路計画において地形改変の面積を極力少なくするとともに、適切な排水系統、流末

処理を計画する。さらに、工事中においては雨季の土工事の制限、仮水路の設置など、適切な施工監理を行う。

(8) 動植物

シンズリ道路沿いは森林の非常に少ない地域である。このため、現在残っている森林は貴重なものであるが、計画道路は一部区間で森林の中を通過する。

このため、森林通過区間では影響範囲を極力少なくするため、道路計画において適切な擁壁を採用して長大のり面の生じないよう対処する。

(9) 景観

山岳道路の建設は長大な切土のり面、盛土のり面を作り、かつ斜面災害を誘発させることにより荒々しい、周辺に調和しない景観をつくることが予想される。

このため、災害の影響と同様に大規模な切土、盛土を伴わないコンパクトな道路計画を行う。

(10) 大気汚染・騒音・振動

道路建設後の交通車両、工事中の工事車両による排気ガス、騒音、振、砂塵による騒音振動被害、大気汚染、農作物への被害が予測される。

道路建設後の交通車両による影響はコントロールすることが難しいが、工事中の影響については適切な工事監理、激しい影響が予測される区間には表面処理を行うなう等の措置により軽減されるであろう。

(11) 水質汚濁

道路表面排水の流末にした沢水が流末において飲料水に利用されている場合には水質汚濁により住民の生活に影響を及ぼす。計画ルート沿いには簡易水道が設置されているため影響は少ないと考えられるが、今後の事業の実施のなかで下流側で飲料水に利用している沢が確認された場合には、可能であれば流末の変更を行う。流末の変更が不可能な場合にはネパール側により簡易水道を設けるなどの補償措置が取られる必要がある。