

ネパール国
公共事業計画省 道路局

ネパール国
シンズリ道路(第二工区)斜面对策
準備調査

平成23年3月
(2011年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

ネパール国
公共事業計画省 道路局

ネパール国
シンズリ道路(第二工区)斜面对策
準備調査

巻Ⅰ
報告書

平成23年3月
(2011年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

報告書の構成

巻	報告書名	言語
巻 I	報告書	和文
巻 II	別刷図面集	和文

本報告書においては次の外貨交換レートを使用した。

	日本円(¥)
1.00 ネパール・ルピー (NRs)	1.17
1.00 アメリカ・ドル (US\$)	86.62

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ネパール国のシンズリ道路（第二工区）斜面对策にかかる準備調査を実施することを決定し、同調査を日本工営株式会社に委託しました。

調査団は、平成22年5月から平成23年3月までネパール国の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踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、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展に役立つことを願うものです。

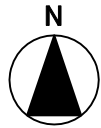
終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成23年3月

独立行政法人国際協力機構

経済基盤開発部

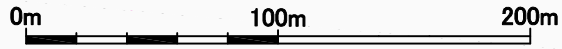
部長 小西 淳文



to Bardibas

to Dhulikhel

- 凡例
- drilling survey
 - inclinometer
 - groundwater level
 - crack measurement
 - tiltmeter
 - rain gauge
 - existing drilling survey
 - survey of point
- Survey line
- Loose area



Item	Site	No.	Drilling Depth (m)	Installation Depth (m)
Inclinometer	STA17+400	A-1	40	28.5
	STA18+200	A-3	30	22
	#	A-4	30	25
	STA. 17+600	B-1	30	25
	#	B-2	40	35
	#	B-4	30	22.5
Groundwater	STA17+400	A-2	20	20
	STA. 17+600	B-3	20	20
Tiltmeter	STA17+400 STA18+200	AK-1	-	-
		AK-2	-	-
		AK-3	-	-
		AK-4	-	-
		AK-5	-	-
	STA. 17+600	BK-1	-	-
		BK-2	-	-
		BK-3	-	-
		BK-4	-	-
		BK-5	-	-
		BK-6	-	-
		BK-7	-	-
		BK-8	-	-
	Crack measurement	STA18+200	AP-1~3 AC-1~11	-
STA17+600		BC-1~5 BP-1	-	-
Railfall	STA17+200	-	-	-
Survey of point	STA. 17+600	A~F C2	-	-
	STA. 18+200	G~J	-	-

調査地点位置図

:S=1/3000

略語

A

AADT	Annual Average Daily Traffic 日平均交通量
ASTM	American Society for Testing and Materials 米国材料試験協会
ALp	Potential Annual Loss of a Site 1 地点の潜在年損失額

D

DL	Detour Loss 迂回損失
DoR	Department of Road 公共事業計画省 道路局
Dr	Reopening duration 復旧期間
DRO	District Road Office 地方道路事務所
DWIWP	Department of Water Induced Disaster Prevention, Ministry of Water Resources 水資源省 治水砂防局

E

EIA	Environmental Impact Assessment 環境影響評価
-----	---

F

FRCD	Frequency of Road Closure Disaster of a Site 1 か所の道路閉塞災害の頻度
FRCDp	Potential Frequency of Road Closure Disaster of a Site 1 箇所での道路閉塞災害の潜在頻度
Fs	Factor of Safety 安全率

G

GoJ	Government of Japan 日本政府
-----	-----------------------------

GoN	Government of Nepal ネパール政府
I	
IEE	Initial Environment Examination 初期環境評価
J	
JICA	Japan International Cooperation Agency 独立行政法人 国際協力機構
JIS	Japanese Industrial Standards 日本工業規格
L	
Lp	Potential Loss of a Road Closure Disaster 1回の道路閉塞災害あたりの潜在損失
M	
MBT	Main Boundary Trust 主境界断層
MCT	Main Central Trust 主中央断層
N	
NRs	Nepalese Rupee ネパール・ルピー
O	
OD	Origin and Destination 起終点
P	
PR	Postal Road 生活道路
R	
REC	(Core) Recover コア採取率
RCD	Road Closure Disaster 道路閉塞災害
ROW	Right of Way

	道路用地
RQD	Rock Quality Designation 1.0m 区間に得られた 10cm 以上のコアの総長
S	
Sta.	Station 距離標
S.N.	Serial Number 通し番号
SPT	Standard Penetration Test 標準貫入試験
U	
UVOC	Unit Vehicle Operation 1 キロメートル 1 台あたりの車両走行費用
V	
VAT	Value Added Tax 付加価値税
VDC	Village Development Committee 村落開発委員会
VOC	Vehicle Operation Cost 車両走行費用

要 約

1. プロジェクトの背景・経緯

1.1 シンズリ道路の土砂災害の現状と課題

シンズリ道路は日本国の無償資金協力により 1996 年 7 月に第一工区の橋梁工事が開始され、以来 13 年かけて第二工区、第四工区が建設された。引き続き 2009 年 12 月には残る第三工区の工事が着手され、2014 年の全線開通（総延長 160km）を目標として建設が進められている。

供用開始された上記 3 つの工区では 2002 年以降、数次にわたる降雨災害に見舞われ 266 地点/区間が被害を受けた。被災箇所については、それぞれの災害発生後に復旧工事が行われ、現在安全な交通機能は保持されている。しかし、復旧工事が応急処置に止まっている区間もあり、全線開通までに補強すべき道路区間を残している。

全線開通までに、これらの区間は DoR により適切に補修する方針となっている。ただし、第二工区 3 地点（Sta. 17+400、17+600、18+200）で発生した大規模崩壊については、放置しておくとは将来重大な交通障害を発生させる恐れがある上、地形・地質的観点からネパールの建設技術では対策工実施が難しいと判断された。今回の調査はこれら 3 地点に対する対策工事案を立案するために企画されたものである。

1.1. 調査の目的と対象地域

この調査では、まず、上記第二工区の 3 地点（Sta. 17+400、17+600、18+200）の対策工の必要性を評価する。これに基づき、斜面崩壊の危険度を低減させるための対策工を立案し、これを実施するための概略事業計画を作成・提案することを目的とする。

1.2. 調査概要

調査は平成 22 年 5 月 27 日から平成 23 年 3 月 15 日の約 10 ヶ月間で実施された。この間の調査概要と主要成果は以下の通りである。

- 1) 斜面崩壊機構と危険度評価：現地の斜面観察，地形・地質調査，観測機器による斜面モニタリングを実施し、斜面崩壊機構と危険度を推定した。また、この結果に基づき災害発生による経済損失・社会的影響を評価した。
- 2) 斜面对策工の検討：上記結果に基づき、恒久対策工を立案した。

- 3) 概略事業計画の立案：「ネ」国の労務・調達事情等を調査し概略事業計画を立案した。

2 プロジェクトの周辺状況

2.1 道路維持管理の実施体制

2.1.1 道路局の組織

「ネ」国の幹線道路は戦略道路網（SRN; Strategic Road Network）の 2009/2010 年度における総延長は約 10,835km である。これに加え現在建設中の道路約 768km、計画中の道路が約 2,509km あり道路局が管理すべき道路は増え続けている状況にある。

国道路局（Department of Road; DoR）は、道路局長の下に計画・設計部（Planning and Design Branch）、外国援助部（Foreign Cooperation Branch）、維持管理部（Maintenance Branch）、機械部（Mechanical Branch）、アジア開銀プロジェクト総括部（ADB Project Directorate）、管理部（Administrative Section）、資金管理部（Financial Administrative Section）の 7 部門があり、道路局所管の上記戦略道路網の諸事業を実施している。

2.1.2 道路予算

公共事業省に配分される予算は 2005 年度約 97 億ルピーであったが、2010 年度には約 350 億ルピーであり、この間 3.6 倍の伸び率を示している。これに加え、公共事業計画省全体予算の中の道路局予算比率も 52% から 70% に増加した。そのため、道路局の予算は急激に増え、2005 年の予算約 50 億ルピーは 2010 年には 248 億ルピーでこの間、約 5 倍に増加している。

2.1.3 道路維持管理システムと維持管理

(1) 道路維持管理の内容

現在、全国 25 の地方道路事務所で維持管理の年間事業計画（Annual Road Maintenance Plan: ARMP）が作成されものを道路局がとりまとめ、道路維持管理が行われている。

上記道路維持管理業務の中で実質的に行われているのは、日常管理（Routine Maintenance）と部分補修（Recurrent Maintenance）というのが現状である。定期補修、災害予防対策工事及び緊急災害復旧も、主として予算の制約から十分に行われていないのが現状である。

(2) 道路維持管理予算

道路維持管理予算は、2005 年度の 6 億ルピー(2005)から 2009 年度には 24 億ルピーへ

と増加しており、DoR が維持管理を重視していることが顕著に表れている。しかし、毎年の維持管理予算要求額に対して政府から各道路事務所への予算配分は 20%～40% 程度であり、数年置きに実施されるべき定期補修、災害予防対策及び災害復旧に対する予算枠はまだ非常に少ない現状であることから、緊急性の高いメンテナンスを限られた予算内で計画的に実施していくことが求められる。

2.1.4 シンズリ道路の維持管理体制と予算

(1) 管理体制

現時点でのシンズリ道路の維持管理は、カトマンズプロジェクト事務所が統括し、バナパ (Banepa)、バルディバス (Bardibas)、シンズリ (Sindhuli) の 3 事務所が担当している。ただし、道路完成後は、道路局の維持管理部門が担当する予定となっている。

(2) シンズリ道路の道路維持管理予算

これまでのシンズリ道路に充当された維持管理予算はおよそ 1 千万ルピー程度であったが、2009 年度は 2 千 600 万ルピー (実施：1 千 8 百万ルピー)、2010 年度は 9 千 3 百万ルピーと大幅に増加している。道路維持管理費が全体的に増加傾向にあるだけでなく、2014 年全線開通に向けた課題の解消に向けた配慮もあると考えられる。

2.2. プロジェクトサイト及び周辺の状況

2.2.1. 社会条件

プロジェクトサイトであるシンズリ道路第二工区 17～18km 区間は、シンズリ郡 (Sindhuli District) バドラカリ村 (Bhadrakali Village) ドングレバンジャン (Dhungre Bhanjyang) 地区に位置する。プロジェクトサイト周辺地区のドングレバンジャン地区の居住戸数は少なく、ほとんどの住民は畑作と畜産 (鶏・羊・牛) により生計をたてており、自給自足に近い生活を送っている。

2.2.2. 自然条件

(1) 降雨

調査地点 (シンズリ道路第二工区) はマハバラット山脈を通過する地帯であるが、この付近は 2000mm から 3000mm の多雨地域に位置する。マハバラット (Mahabharat) 山脈を過ぎ、第三工区に入ると 1000mm から 2000mm の降雨ゾーンとなる。

(2) 地形地質の概要

調査地点には、低ヒマラヤ帯の片岩類が分布している。この片岩類は破碎されていない部分では堅硬緻密であり、全般的に安定的な急斜面を形成している。しかし、調査地点の西方を通過する主境界断層やその東側に発達するマハバラット断層の影響で部分

的に破碎され、崩壊し易くなっている部分がある。また、片岩類は規則的な分離面が発達しており、斜面との関係で流れ盤すべりやトップリングも発生する可能性もある。

(3) 土地利用と植生

調査地周辺のドングレバンジャン村は山岳地帯であるため、ほとんどが灌木・疎林地帯であり、ごく一部が耕作地である。また、17+400、17+600、18+200 のプロジェクトサイトは灌木・荒廃地であり、全て国有地である。

2.2.3. 環境への影響

現地作業より得られた斜面状況に基づき対策工案が提案された。これらの対策工は、Mitigation を考慮したものであるため、自然環境と公害の観点からはほとんど影響がないと評価される。他方、社会環境については、工事期間中交通障害や労働者用キャンプに起因する衛生状態の悪化が懸念される。これらの項目は全て、施工時に適切な施工計画に基づいて適切な施工監理を行うことで回避可能である。

3. プロジェクトサイトの危険度評価

危険度評価に際しては、崩壊履歴の整理・地質踏査と斜面観察・地質調査・計器による斜面観測等の結果を総合的に解析し、斜面崩壊に寄与する素因の整理を行い斜面崩壊メカニズムの判定と危険度の評価を行った。各地点の評価結果は以下の通りである。

3.1 Sta.17+400 の危険度評価

(1) 崩壊の履歴と崩壊機構

この地点は 2003 年 6 月に最初の崩壊が発生した後、2004 年 7 月、2005 年 8 月にも崩壊が発生している。これら一連の崩壊で尾根の幅が約 15m 狭まり道路法肩に近接したため、2006 年道路を西側にシフトした。現在の崩壊前線と道路までの距離は約 5m である。2004 年 7 月および 2007 年 7 月に発生した大崩壊後、崩壊面が急勾配となり、不安定な斜面が残存する形となった。本年は調査期間中の降雨により 4 回の小崩壊が発生し、施工されていたモルタル吹付工と擁壁工は完全に剥離・崩壊している。

この地点の崩壊機構は、急斜面に分布する片岩類が風化して脆弱になった部分の降雨による小崩壊である。

(2) 崩壊の危険性

この地点では片理面が斜面に対しほぼ直行しており、低角度の分離面も確認されなかったことから、大規模な斜面崩壊は発生し難いと考えられる。このことは地盤傾斜計と

孔内傾斜計により実施した斜面観測でも確認され、道路が通過している尾根部分は安定した状況にあることが確認された。しかし、豪雨の度に小崩壊の繰り返しで尾根の幅が狭くなりつつある。大規模な崩壊発生の可能性は低いことから、崩壊が道路機能に障害を与えるまでには30年程度のかかりの時間がかかると推定される。しかしながら、対策工を実施しない場合においては、将来必ず道路に到達することから、大規模崩壊に対する崩壊防止対策を、斜面観測を継続しながら、計画的かつ短期間実施することが望ましい。

3.2 Sta.17+600 の危険度評価

(1) 崩壊履歴と崩壊機構

本地点では、2007年8月に道路斜面下方で崩壊が始まった(幅70m、長さ90mの規模)。この崩壊域は同年9月道路付近にまで拡大し、道路面や山側擁壁に亀裂が発生した。その後、2009年7月末にも道路面にヘアクラックが発生している。(a地区)

この地点に分布する岩石は石英質砂質片岩である。全体として硬堅緻密な岩石であるが、斜面にわずかに斜交する急角度の片理面と斜面に平行なシートジョイントが発達している。このため、流れ盤崩壊やくさび(楔)崩壊が発生する構造である。この地点で発生した道路面の亀裂はこの構造に支配されて発生したものと推定される。

Sta.17+600 付近周辺には上記 a 地区の他、Sta.17+620 下方の緩み域 (b 地区)、Sta.17+500 下方の地すべり地形(c 地区) 及び Sta.17+600 の上方斜面の3地区の不安定地区が分布している。これらの内、b地区は道路終点側下部の緩み領域(終点側斜面)はトップリングにより道路起点方向の谷側へ倒れ込むようにクリープ変形し土砂化しつつある部分である。この地区とc地区は土砂化していることから、不安定化した場合、土塊全体として活動する地すべりとなる可能性がある。d地区は落石の危険性を持つ斜面である。(不安定地区： a, b, c, d 地区の位置関係は本文、3-9 ページ 図 3.2.5 参照)

(2) 崩壊の危険性

a 地区では、道路面及び道路山側擁壁で少量の亀裂拡大傾向が認められた。また、地盤傾斜計でも傾動の累積傾向が認められた。不安定化が進行していると判断される。流れ盤の亀裂沿いに急激な崩壊が発生する危険性が高い。b 地区でも地表面に変化は見られないが、地盤傾斜計で傾動の累積傾向が認められた。将来急激な不安定化につながる不安定化が進行していると考えられる。c 地区は地表面の判断から、現状は安定状態であると判定される。d 地区も顕著な亀裂はなく、斜面全体としては安定していると判断されるが、降雨時に小規模な落石の危険性はある。

3.3 Sta.18+200 の危険度評価

(1) 崩壊履歴と崩壊機構

この地点は尾根地形の先端に面する斜面である。2003年に道路直下の斜面に亀裂が発生し、2005年に道路側に亀裂が進展した。2006年に道路を山側に約10mシフトしている。その後も斜面の緩み道路擁壁に亀裂が発生している。

斜面を構成する岩石は石英片岩である。トップリングによるクリープ変形が発生しており、豪雨を引き金とする崩壊が容易に発生する斜面状況となっている。変状が明瞭な範囲は、道路下方の約50m×50mであり、この中に現在の道路が存在する。

擁壁工の亀裂観測の結果、雨期の6月から8月の2か月の間に最大20mmの亀裂幅の拡大傾向が認められた。また、地盤傾斜計と孔内傾斜計の観測計器においても有意な累積変動が認められた。

(2) 崩壊の危険性

Sta.18+200はトップリングによる崩壊（すべり）現象が継続かつ拡大している。乾期においては顕著な変位が認められないものの、雨期において降雨後に道路面及び擁壁の亀裂に拡大が認められた。道路交通機能確保のため、早期の対策工事が必要である。

3.4 経済損失の算出

3.4.1 経済損失の推定方法

道路斜面災害リスクを箇所別の潜在年損失金額（ルピー）で評価した。潜在年損失金額（ルピー）の計算式を下図に示す。

$$AL_p = FRCD_p \times L_p$$

上式で AL_p （潜在年損失額：ルピー/年）は $FRCD_p$ （発生頻度頻度：災害/年）と損失額で示した L_p （潜在損失額：ルピー/災害）との積により求められる総括的な指標である。

道路閉塞による交通損失は、待機損失、迂回損失、取止め損失の3つの細要素の和とするのが一般的であるが今回は迂回損失のみ算出した。

3.4.2 災害が発生した場合の経済損失

(1) 道路復旧費の算出方法

現地調査および現地モニタリングの結果、不安定土塊が特定された。推定される崩落の規模と復旧工法は以下の通りである。

- 17+400：幅40m、奥行き40m、深さ15m；補強土盛土による復旧。

- 17+600：幅 50m、奥行き 20m、深さ 10m；橋梁による復旧。
- 17+600：幅 65m、奥行き 70m、深さ 20m；線形を山側にシフトする。

(2) 道路閉塞による交通損失 (DL) の算出方法

道路閉塞による交通損失 (ADLP) は以下の式で算出される。

$$DL = VOC \times (L1 - L2) \times AADT \times Dr$$

VOC：車両運行費用 (Rs/km/台)

L1：距離 (カトマンズ～ナラヤンガート～ヘタウダ～バルバティス) 350km

L2：距離 (カトマンズ～ドリケル～クルコット～バルバティス) 195km

AADT：平均日交通量 (台/日)

Dr；復旧期間 (日)

車両運行費用は、「ナラヤンガート～ムグリン道路防災管理計画調査」で算出した結果に物価上昇率を考慮して、29.95Rs/km/台を採用した。また、平均日交通量は、第3工区基本設計調査(2008年12月)で推定された2018年の交通需要予測の値を適用した。

(2) 潜在年間損失 (ALp) の算出

降雨と崩壊の関係や斜面モニタリングを整理した結果から、今回の対象地区の災害発生頻度は Sta. 17+400：30年 (0.033/年)，Sta. 17+600：10年(0.1/年)，Sta. 18+200：5年(0.2)と設定した。

ALp(潜在年間損失額)はFRCDp(潜在災害発生頻度)と潜在損失額(Lp)の積であり、Sta.17+400, 17+600, 18+200,それぞれの潜在年間損失金額は47百万NRP, 393百万NRP, 304百万NRPと算出され、災害による経済損失は非常に大きいことが判った。

4. 斜面对策工の検討

4.1. 対策工立案の基本方針

シンズリ道路第二工区 Sta.17+400、Sta.17+600、Sta.18+200いずれの斜面もこのまま放置した場合、道路交通機能に甚大な障害が発生すると判断された。

対策工の立案に際しては、恒久的な対策工とし、ネパール国により技術的に実施可能な工法を極力導入し、自然・社会環境に与える影響が最小限におさえられるよう斜面对策工を計画することとした。また、対策工の比較検討に際しては直接工事費のみならず、維持管理のコストや施工時の安全性を評価し比較検討を行なった。

4.2. Sta.17+400 の対策工立案と比較検討

Sta.17+400 付近の危険度評価結果から、上部・下部斜面双方の不安定箇所を対象にした斜面对策の実施が必要である。道路の安全な通行を確保することを目的とし、以下の3案を立案した。

【第1案】：上部域は吹付工/ロックボルト工、重力式擁壁工、下部域は土砂の流出防止を目的としたチェックダム、明渠工/暗渠工

【第2案】：上部域は擁壁工+吹付工/ロックボルト工、下部域はチェックダム、明渠工/暗渠工

【第3案】：上部域はフトンカゴ工+石積み擁壁工+下部域はチェックダム、明渠工/暗渠工

対策工を計画後に再度現地調査を実施したところ、第2案における擁壁工は、計画位置の斜面勾配が非常に急であるため、施工が非常に困難であると判断された。経済性、施工性については、第1案が第3案より優位である。しかしながら、環境に与える影響は第1案のほうが、第3案より大きいと考えられる。また、ネパール国における実績を考慮すると、第1案で検討した吹付工及びロックボルト工は実績に乏しい。

比較検討の結果、総合的に判断し第3案がこの地点の対策工として推奨される。

4.3. Sta.17+600 の対策工立案と比較検討

Sta.17+600 付近の道路が斜面崩壊により損傷を受けた場合、当該区間が Sta.18+200 へ続くつづらおりの道路の最下部に位置するため、山側へ道路を付け替えて対応することは非常に困難である。このことを考慮し、4つの不安定地区を網羅する対策工を検討した。この地区の対策工は地形・地質の制約から、補強工を付した高盛土による押さえ盛土工やアンカー工等の高度な地すべり対策工法を主要な対策工として導入せざるをえない状況にあり、下記3案を立案し比較した。

【第1案】：bおよびc地区に対する2段の高盛土による押さえ盛土工、a地区に対するアンカー工、d地区に対する吹付工

【第2案】：bおよびc地区に対する1段の高盛土による押さえ盛土工、a地区に対するアンカー工、d地区に対する吹付工

【第3案】：bおよびc地区に対する1段の低い押さえ盛土工、a地区に対するアンカー工、c地区の拡大懸念箇所をアンカー工により広範囲に抑止、d地区に対する吹付工

上記の対策工法比較検討の結果、第1案が技術的、経済的にも優位である。

4.4. Sta.18+200 の対策工

4.4.1. 対策工の比較検討

Sta.18+200 付近の危険度評価結果から、以下の有効な3案の比較検討を実施した。

【第1案】：既設の道路を山側へ約10m程度シフトする道路付替工

【第2案】：不安定な斜面をアンカー工で抑止する

【第3案】：不安定な斜面を杭工で抑止する

第1案は、安定している山側斜面へ既設道路を付替え、道路斜面災害を回避する対策工である。一方、第2案と第3案は、既存の道路線形を保持したままで、構造物を用いて不安定領域を抑止しようとするものである。第2案と第3案は、工費が多分に掛かるだけでなく、高い施工能力を必要とする工法である。第1案では掘削した土砂は、17+600の盛土材として活用可能でありコストダウンになる。また環境への影響も軽微であり、第1案が技術的にも経済的にも優れた工法である。

Sta.18+200の計画対策工（第1案）の概要は以下に示す通りである。

- 道路のシフトは山側へ10mシフトする。
- 道路の付替えは、オープンカットにより実施する。
- 新たな道路切土法面には、吹付工とロックネットにより保護する。

この地点における斜面崩壊は、調査地において最も活発であり、対策工の早期実施が望ましい。

5. 概略事業計画

5.1 対策工事の概要

前項の内容より、対策工事の概要は下表の通りとする。なお、本準備調査「準備調査報告書案の現地説明・協議」における合意事項に基づき、Sta.17+400は「ネ」国側にて実施するものとし、以降の事業計画においてはこれを除外する。

対策工事の概要

箇所	対策概要	備考
Sta.17+400(2)	・ 砂防ダム、重力式擁壁の設置+植栽工 ・ ガビオン擁壁+練石積み擁壁の設置	「ネ」国側が実施する。

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 転落防止工の設置 	
Sta.17+600	<ul style="list-style-type: none"> ・ 砂防ダム、重力式擁壁の設置 ・ 押え盛土工（ジオテキスタイル、小段下部にはガビオン設置）＋植生工 ・ コンクリート吹付工＋アンカー工 	盛土材には Sta.18+200 の切土発生材を活用。
Sta.18+200	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排土工＋コンクリート吹付工＋練石積み擁壁 ・ 道路線形シフト工 	切土量が最小となるよう計画。

5.2 事業計画作成方針

計画の策定に際しては、現地の労働者・資材を最大限に活用することと、工事中の交通事故防止や、騒音・振動・排気ガス・粉塵等の環境問題に配慮した。

5.3 事業計画概要

施工計画は労務調達/施工方法/安全対策/周辺環境/住民への配慮/仮設ヤード/キャンプヤードの観点から計画し、調達計画では、労務/資材/工事中用機械/輸送梱包計画の観点から計画した。工事計画では、祝日、労働時間の設定、降雨等の自然条件等を考慮し決定した。

事業実施期間は、契約等の手続きに約 8.5 月、実施設計等に 9.5 ヶ月、建設に約 26 ヶ月、全体が必要である。

5.4 概算事業費

5.4.1 積算方針

JICA「協力準備調査設計・積算マニュアル（2009年3月）」に記載される積算方式のうち、本業務では「②工事単価（Unit Rate）方式／契約単価（Pay Item）方式」を採用し、不足する工種については「④工事単価積上げ方式」を活用した。また、間接費は JICA「協力準備調査設計・積算マニュアル補完編（土木分野、2009年3月）」に準拠し、日本国内で公表されている積算基準に準拠した率分計算を実施した。

5.4.2 積算条件

本業務の積算時点は「2010年11月」とする。また、積算通貨は外貨を日本円及びアメリカドル、内貨をネパールルピーとした。それぞれの為替レートは、積算時点より過去 6 ヶ月間の平均レートとした。

5.5 相手国側分担事業の概要

準備調査報告書（案）の現地説明・協議結果を踏まえ、本プロジェクトにおける「ネ」

国側分担事業（案）の概要は、類似業務を参考に設定した。

5.6 プロジェクトの概算事業費

前述の積算条件に基づく日本側負担の事業費総額は、Sta.17+600 及び 18+200 の対策工事費が 713 百万円、実施設計・施工監理費が 114 百万円合わせて 827 百万円と積算された。ただし、本事業費には予備費（入札時期を 2012 年と想定し、これに相当する物価上昇率を考慮）を含むものとする。一方、ネ国側負担経費は、工事開始前/実施中と工事完成後のモニタリングを含めて 9.03 百万ルピー（10.56 百万円）と積算された。

6. プロジェクト実施に係る提言

Sta.17+400、Sta.17+600 及び Sta.18+200 の危険度評価の結果、的確な対策工が実施されなかった場合、斜面崩壊により道路交通に深刻な被害が生じる可能性が高く、早期の対策工を実施することが望ましい。これらの地域における対策工の早期実施により、供用後の、多大な経済損失を防ぐことができる。推奨する対策工に係る提言を以下に示す。

Sta.17+600 及び Sta.18+200 における対策工の実施

Sta.17+600 の対策工として、地形状況や崩壊状況から、ネパール国における一般に普及した対策工法が適用困難であると考えられた。それゆえに、アンカー工や高盛土による押さえ盛土工等の先端的な工法がこの地点の対策工として導入されている。Sta.17+600 の高盛土による押さえ盛土工は Sta.18+200 における切土の発生土が利用される。従って、これらの押さえ盛土工と切土の 2 工法の組み合わせは一つの事業で実施されることが望ましい。これら一連の対策工は、現在のネパール国における実績や施工能力を考慮すると DoR による施工は困難であると判断される。

Sta.17+400 における対策工の実施

第二工区を建設する過程においては急斜面におけるフトンカゴ工は安全に実施されてきた。この工事経験は Sta.17+400 地点におけるフトンカゴを主体とする対策工の施工に役立つものである。また、対策工費は、DoR が割り当てられる予算内にあると判断される。この工事は、全線開通前の復旧工事の一つとして DoR によって実施可能である。

本対策工の実施により、現在の設計諸元に基づき、かつ経済性も考慮した最適な対応となることが見込まれる。しかしながら、当該地域では近年、当初想定を超える降雨などがみられるため、供用開始後のネパール側による適切な維持管理により、想定外の降雨による被害の軽減に努めること及び被害発生時の早期復旧体制の確立が強く望まれる。

ネパール国

シンズリ道路(第二工区)斜面对策

準備調査

目次

位置図	
略語	i
要約	S-1

	<u>Page</u>
第1章	プロジェクトの背景・経緯
1.1	シンズリ道路建設の経緯 1-1
1.2	シンズリ道路の土砂災害の現状と課題..... 1-2
1.3	調査の目的と対象地域 1-4
1.4	調査概要 1-5
第2章	プロジェクトの周辺状況
2.1	道路維持管理の実施体制 2-1
2.1.1	道路整備状況 2-1
2.1.2	道路局の組織 2-1
2.1.3	道路予算 2-3
2.1.4	道路維持管理システムと維持管理 2-3
2.1.5	シンズリ道路の維持管理体制と予算 2-6
2.2	プロジェクトサイト及び周辺の状況 2-9
2.2.1	社会条件 2-9
2.2.2	自然条件 2-10
2.2.3	環境への影響 2-13
第3章	プロジェクトサイトの危険度評価
3.1	危険度評価の方法 3-1
3.2	各斜面の危険度評価 3-2
3.2.1	Sta.17+400 斜面の危険度評価 3-3

(1)	崩壊履歴	3-3
(2)	地形地質と斜面崩壊メカニズム	3-3
(3)	降雨と崩壊の関係	3-3
(4)	斜面変状観測結果	3-4
(5)	斜面の崩壊規模	3-4
(6)	斜面の崩壊時期	3-9
3.2.2	Sta.17+600 斜面の危険度評価	
(1)	崩壊履歴	3-9
(2)	地形地質と斜面崩壊メカニズム	3-10
(3)	降雨と崩壊の関係	3-10
(4)	斜面変状観測結果	3-11
(5)	斜面の崩壊規模	3-12
(6)	斜面の崩壊時期	3-19
3.2.3	Sta.18+200 斜面の危険度評価	
(1)	崩壊履歴	3-19
(2)	地形地質と斜面崩壊メカニズム	3-19
(3)	降雨と崩壊の関係	3-20
(4)	斜面変状観測結果	3-20
(5)	斜面の崩壊規模	3-21
(6)	斜面の崩壊時期	3-24
3.3	崩壊が発生した場合の経済損失	3-24
3.3.1	経済損失の推定方法	3-24
3.3.2	崩壊が発生した場合の経済損失	3-24

第4章 斜面对策工の検討

4.1	斜面对策工立案の基本方針	4-1
4.2	Sta.17+400 の対策工	4-1
4.2.1	現在の斜面状況	4-1
4.2.2	対策工の比較検討	4-2
4.2.3	対策工の概要	4-5
4.3	Sta.18+200 の対策工	4-5
4.3.1	現在の斜面状況	4-5
4.3.2	対策工の比較検討	4-5
4.3.3	対策工の概要	4-5
4.4	Sta.17+600 の対策工	4-8
4.4.1	現在の斜面状況	4-8

4.4.2	対策工の比較検討	4-8
4.4.3	対策工の概要	4-8

第5章 概略事業計画

5.1	対策工事の概要	5-1
5.2	事業計画方針	5-1
5.3	事業計画概要	5-2
5.3.1	施工計画	5-2
5.3.2	調達計画	5-6
5.3.3	事業工程計画	5-9
5.4	概算事業費	5-10
5.4.1	積算方針	5-10
5.4.2	積算条件	5-11
5.5	相手国側分担事業の概要	5-13
5.6	プロジェクトの概算事業費	5-14

第6章 プロジェクト実施に係る提言

6.1	斜面の危険度	6-1
6.2	推奨される対策工の実施	6-1

巻末資料

巻末添付資料 I : 災害履歴

巻末添付資料 II : 地質調査結果

巻末添付資料 III : 雨量解析結果

巻末添付資料 IV : 斜面モニタリング結果

巻末添付資料 V : 安定解析

巻末添付資料 VI : 現地写真集

巻末添付資料 VII : 協議結果簿(M/D: : Minutes of Discussion)

巻末添付資料 VIII : 観測機器類移転要請書

巻末添付資料 IX : Summary of ESC Study

図目次

	頁
図 1.1.1 シンズリ道路位置図	1-1
図 2.1.1 道路局組織図	2-2
図 2.1.2 年間道路維持管理計画編成プロセス	2-5
図 2.1.3 シンズリ道路の維持管理体制	2-7
図 2.2.1 プロジェクトの位置図	2-9
図 2.2.2 ネパールの年間降雨量	2-10
図 2.2.3 ネパール国地質図と調査地点	2-11
図 2.2.4 調査地点周辺の地質断面図	2-12
図 3.1.1 斜面の危険度評価の流れ	3-1
図 3.2.1 降雨と崩壊の関係	3-4
図 3.2.2 踏査結果平面図	3-6
図 3.2.3 地質断面図 Sta.17+400 A1-1 測線	3-7
図 3.2.4 地質断面図 Sta.17+400 A1 測線	3-8
図 3.2.5 Sta.17+600 の模式平面図	3-9
図 3.2.6 降雨と崩壊の関係 (Sta.17+600)	3-11
図 3.2.7 踏査平面図. 17+600	3-16
図 3.2.8 地質断面図 (Sta.17+600 起点側)	3-17
図 3.2.9 地質断面図 (Sta. 17+600 終点側)	3-18
図 3.2.10 降雨と崩壊の関係 (Sta. 18+200)	3-20
図 3.2.11 踏査平面図 Sta.18+200	3-22
図 3.2.12 地質断面図 Sta. 18+200 (A2 測線)	3-23
図 3.3.1 リスク指標の関係	3-24
図 3.3.2 シンズリ道路位置図	3-26
図 5.3.1 施工ヤード位置図	5-5
図 5.3.2 輸送梱包計画図	5-8

表目次

	頁
表 1.2.1 セクション毎の大災害	1-2
表 1.2.2 土砂災害タイプと発生災害箇所数	1-3
表 1.4.1 概略調査工程	1-5
表 1.4.2 調査内容・活動の概要	1-5
表 2.1.1 戦略道路網 (SRN) の道路延長	2-1
表 2.1.2 公共事業省と道路局の予算の推移	2-3
表 2.1.3 年間道路維持管理計画の編成プロセス	2-4
表 2.1.4 道路維持管理予算の推移 (単位: 千ネパールルピー)	2-5
表 2.1.5 シンズリ道路維持管理予算の推移 (単位: 千ネパールルピー)	2-8
表 2.1.6 シンズリ道路改良工事の予算と実施内容 (単位: 千ネパールルピー ー)	2-8
表 2.2.1 第 II 工区と第 III 工区の年間降雨量	2-10
表 2.2.2 ネパールの地形・地質区分 (南→北)	2-11
表 2.2.3 対策工実施により想定される環境影響と軽減策(1)社会環境	2-14
表 2.2.4 対策工実施により想定される環境影響と軽減策(2)自然環境	2-14
表 2.2.5 対策工実施により想定される環境影響と軽減策(3)公害	2-15
表 3.2.1 各斜面の崩壊危険度評価	3-2
表 3.2.2 崩壊発生機構 (Sta. 17+400)	3-5
表 3.2.3 崩壊発生機構 (Sta. 17+600; 崩壊上部斜面)	3-13
表 3.2.4 崩壊発生機構 (Sta. 17+600; 終点側斜面)	3-15
表 3.2.5 崩壊発生機構 (Sta. 17+600; 起点側地すべり地形)	3-15
表 3.2.2 崩壊発生機構 (Sta. 18+200)	3-21
表 3.3.1 対象箇所の災害発生頻度	3-25
表 3.3.2 崩壊の規模	3-25
表 3.3.3 復旧の期間および復旧費	3-25
表 3.3.4 車両運行費用	3-27
表 3.3.5 物価上昇率と採用した車両運行費用	3-27
表 3.3.6 平均交通量	3-27
表 3.3.7 道路閉塞による交通損失および潜在損失額 (Lp)	3-28
表 3.3.8 潜在年損失額 (ALp)	3-28
表 4.2.1 Sta.17+400 地点対策工 第 1 案 (吹付け工) 概要	4-2
表 4.2.2 Sta.17+400 地点対策工 第 2 案 (吹付け工) 概要	4-2
表 4.2.3 Sta.17+400 地点対策工 第 3 案 (フトンかご工) 概要 (推奨案)	4-3

表 4.2.4 Sta.17+400 地区の対策工案 評価表	4-3
表 4.3.1 Sta.17+600 地点対策工 第1案 (盛土1 + アンカー) 概要 (推奨案)	4-5
表 4.3.2 Sta.17+600 地点対策工 第2案 (盛土2 + アンカー) 概要	4-6
表 4.3.3 Sta.17+600 地点対策工 第1案 (盛土3 + アンカー) 概要	4-6
表 4.3.4 Sta.17+600 地区の対策工案 評価表	4-7
表 4.4.1 Sta.18+200 地点対策工 第1案 (道路シフト) 概要 (推奨案)	4-8
表 4.4.2 Sta.18+200 地点対策工 第1案 (アンカー工) 概要	4-9
表 4.4.3 Sta.18+200 地点対策工 第3案 (深礎杭工) 概要	4-9
表 4.4.4 Sta.18+200 地区の対策工案 評価表	4-9
表 5.1.1 対策工事の概要	5-1
表 5.3.1 「ネ」国労働基準法	5-2
表 5.3.2 技術水準/施工実績	5-3
表 5.3.3 労務調達区分	5-6
表 5.3.4 主要資材調達区分	5-6
表 5.3.5 主要工事中機械調達区分	5-7
表 5.3.6 資機材調達に係る許認可申請手続き	5-9
表 5.3.7 「ネ」国の祝日	5-9
表 5.3.8 事業実施工程表 (案)	5-10
表 5.4.1 内貨・外貨比率	5-11
表 5.4.2 物価上昇率 (内貨)	5-12
表 5.4.3 物価上昇率 (外貨)	5-12
表 5.5.1 相手国側分担事業 (案) の概要	5-13
表 5.6.1 概算事業費 (日本側負担経費)	5-14
表 5.6.2 概算事業費 (「ネ」国側負担経費)	5-14

第1章

プロジェクトの背景・経緯

1.1. シンズリ道路建設の経緯

シンズリ道路は日本国の無償資金協力により 1996 年 7 月に第一工区の橋梁工事が開始され、以来 13 年かけて第四工区、第二工区が建設された。引き続き 2009 年 12 月には残る第三工区の工事が着手され、2014 年の全線開通（総延長 160km）を目標として建設が進められている。全線開通後はネパールの首都・カトマンズと南部テライ平野を結ぶネパール国の幹線道路網の中でも特に重要な道路となる。(図 1.1.1 参照)

- 1986-1988：シンズリ道路建設フィージビリティスタディ
- 1996-1998：第一工区（バルディバス～シンズリマディ:36km）の 9 橋と 17 コーヅウェイの建設
- 1998-2002：第四工区：ネパールトック～ドリケル（50km）
- 2001-2009：第二工区；シンズリマディ～クルコット（36km）
- 2009 12 月：第三工区：クルコット～ネパールトック(37km) 建設開始

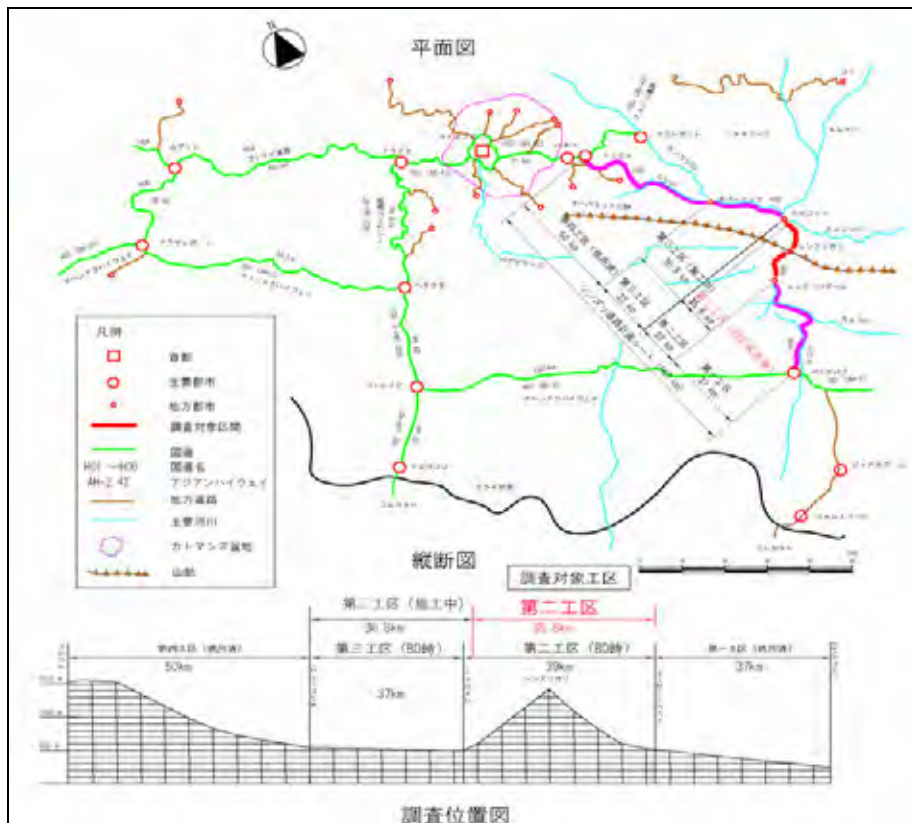


図 1.1.1 シンズリ道路位置図

1.2. シンズリ道路の土砂災害の現状と課題

1.2.1. シンズリ道路の土砂災害の履歴

このシンズリ道路の建設に当たっては設計施工両面から、ネパール国の厳しい自然条件により発生する斜面崩壊や土砂災害に対する防災面での配慮をしつつ建設が進められた。

しかしながら、供用開始された3つの工区では表 1.2.1 に示すように2002年以降、2004、2005、2007の雨期に数次にわたる降雨災害に見舞われ266地点/区間が被害を受けた。被災箇所については、復旧工事が行われ、現在安全な交通機能は保持されている。しかし、復旧工事が応急処置に止まっている区間もあり、全線開通までに補強すべき道路区間を残している。

表 1.2.1 セクション毎の大災害

工区	STA【km】	細分	供用開始	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
一工区	0-37	-	1998/4	★7月		★7月			★7月
二工区	0-12.5	1/3	2004/2			★7月			★7月
二工区	12.5-26.0	2/3	2006/4			★7月	★8月		★7,8月
二工区	26.0-35.8	3/3	2009/4	未施工	未施工	未施工	未施工		★7,8月
四工区	50.0-15.0	1/2	2001/4	★7月		★7月	★8月		
四工区	15.0-0.0	2/2	2003/4	★7月		★7月	★8月		

★ 災害発生月，網掛けは供用開始後

(出典：シンズリ道路建設事務所災害履歴帳票)

1.2.2. 土砂災害タイプと災害頻度

シンズリ道路及びその周辺地域では、以下に示すようにほとんどの土砂災害タイプが発生している。

- ① 崩壊：土砂崩壊，
- ② 岩盤崩壊：岩盤崩落、落石，
- ③ 路肩崩壊：盛土部分の崩壊、路肩崩壊、谷側擁壁の変状，
- ④ 河川浸食：河川氾濫による道路流失、路体崩壊、パイピングによる路面沈下、擁壁基礎部浸食，
- ⑤ 土石流：支川からの土砂流出、コーズウェイへの土砂堆積，
- ⑥ 地すべり：規模が大きく、一般に緩慢な動きを示す。
- ⑦ 橋梁基礎洗掘：河川による橋梁基礎の洗掘。

第一、第二、第四工区での全災害発生箇所数は266箇所である。土砂災害タイプ毎の発生

件数は表 1.2.2 に示す通りであり、全体では崩壊が 124 箇所と最も多く、河川浸食 75 箇所、路肩崩壊 33 箇所、土石流 31 箇所、橋梁基礎洗掘 3 箇所の順である。「地すべり」タイプは第 1 工区に 2 箇所あるが、道路建設以前から発生していた自然現象であり、この区間も通行可能のため災害履歴の箇所には含まれていない（表 1.2.2）。

工区別では、第四工区で 2002 年に大災害が発生しており、他工区よりも災害発生頻度が大きくなっている。しかし、この大災害に対し、2003 年～2005 年に日本の無償復旧工事を中心として、しっかりとした災害復旧工事が実施された。その後 2004 年に豪雨が発生したが、災害箇所は激減した。また、その後は大きな降雨がなかったこともあるが、2006 年以降、新たな被災箇所はなくなっている。これらの災害の大部分は適切に復旧されているが、各工区とも、復旧が十分に行われていない区間を残している。

表 1.2.2 土砂災害タイプと発生箇所数

崩壊タイプ	第一工区	第二工区	第三工区	合計
山側斜面崩壊	11	23	90	124
路肩崩壊	22	8	3	33
河川浸食	9	1	65	75
土石流	7	4	1	31
橋梁基礎洗掘	3	0	0	3
合計	52	36	178	266

（出典：道路維持管理強化プロジェクト準備調査報告書：2009 年 9 月）

1.2.3. 道路維持管理強化プロジェクト準備調査

このためネパール政府は、全線開通後のシンズリ道路における安全で円滑な交通を確保するため、災害予防（斜面对策）および災害時の道路復旧に関し、斜面对策工の実施方法、道路復旧などの具体的な技術移転、料金徴収による維持管理資金確保などを含む道路維持管理・運営体制の構築にかかる「道路維持管理強化プロジェクト」の実施についてわが国に要請した。

ネパール国から要請のあった上記プロジェクトに関し、JICA は福田義男 JICA カトマンズ事務所副所長を団長とする調査団を 2009 年 7 月 10 日より 8 月 2 日まで現地に派遣し調査を実施した。この調査では、ネパール国側の実施体制や完成区間における斜面災害サイトの現状と問題点を把握し、技術協力投入の必要性・妥当性を確認し、問題解決のアプローチおよび協力内容のフレームワークを検討している。

この調査結果は「道路維持管理強化プロジェクト準備調査報告書」に取りまとめられおり、全線供用開始までに改善すべき事項として以下の 2 点が指摘された。

- ① 道路維持管理体制の強化：維持管理組織・体制の強化/維持管理予算の充実・安全管理・災害防止/復旧技術の導入・強化

- ② 第一、第二、第四工区被災箇所への復旧が不十分な箇所への対策工事：第一工区：谷側擁壁倒壊 5 地点、排水暗渠の崩壊 2 地点、自然斜面の地すべり 2 地点、谷側法面の侵食 1 地点/第二工区：Sta.17+400、17+600、18+200 地点の大規模斜面崩壊/第四工区：1+800、2+050 地点の洪水による道路面削剥地点及び 7+800 地点の斜面崩壊

指摘された各課題については、技術協力プロジェクトが実施され維持管理体制の強化が図られることとなっている。ただし、第二工区 3 地点の大規模崩壊については、放置しておくことで将来重大な交通障害を発生させる恐れがある上、地形・地質的観点からネパールの既存技術では対策工実施が難しいと判断された。今回の調査はこれら 3 地点に対する対策工事案を立案するために企画されたものである。

1.3. 調査の目的と対象地域

1.3.1. 調査の対象地域と目的

このプロジェクトは上記第二工区の 3 地点（Sta.17+400、17+600、18+200）の対策工事の必要性を調査し、対策工案を作成することを目的とする。（巻頭平面図参照）具体的には、

- a) 対策工を実施しないまま崩壊等の現象が進行した場合の被災状況を予測して、道路沿線の社会的影響、道路復旧に必要な費用の概算費用を算出する。
このために崩壊拡大範囲、規模の想定、対策を含む道路を再建するための費用等を検討する。
- b) 現地状況を詳細に確認して斜面对策工を実施する際の情報を得るとともに設計に反映させる資料を得る。
このために現地詳細踏査、ボーリング調査、雨期の変動状況のモニタリング調査を実施する。また、斜面モニタリング等の調査結果から事業の必要性を確認する。
- c) 対策工検討に際しては対策工の費用と効果を考慮して検証できるように複数案検討し、概算費用、工程計画等の検討により対策工未実施の場合との効果・経済性を比較し、プロジェクト実施の妥当性の検討を行う

1.3.2. 対象機関

この業務の対象機関は「ネ」国公共事業計画省道路局（Department of Roads, Ministry of Physical Planning and Works）である。

1.4. 調査概要

調査は平成 22 年 5 月 27 日から平成 23 年 3 月 31 の約 10 ヶ月間にわたり、概略表 1.4.1 に示す工程で実施された。調査は 3 回の現地調査と 4 回の国内作業で構成されており、それ

それぞれの調査段階の時期・作業内容と主要成果を表 1.4.2 に示す。

表 1.4.1 概略調査工程

作業項目	2010							2011				
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
	雨期							乾季				
現地調査		第一次現地調査						第二次現地調査		現地説明・協議		
国内解析	国内準備			第一次国内解析			第二次国内解析		報告書作成			
報告書	インセプションレポート			第一次現地調査の概要		第二次現地調査の概要		ドラフトファイナルレポート		最終報告書		

表 1.4.2 調査内容・活動の概要

調査ステージ (期間)	調査内容/活動	主要成果
(1) 国内事前準備 (平成 22 年 5 月 27 日～ 6 月 5 日)	<ul style="list-style-type: none"> ● 関連資料の収集整理 ● インセプションレポート作成 ● 観測機材調達 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ インセプションレポート
(2) 第一次現地調査 (平成 22 年 6 月 6 日～9 月 9 日)	<ul style="list-style-type: none"> ● インセプションレポート説明協議 ● 事業の背景・目的・内容調査 ● サイト状況調査 (地形測量、地質調査、モニタリング機器設置と観測、雨期の地すべり斜面の状況把握) ● 社会環境配慮計画 ● 運営維持管理状況調査 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 崩壊履歴、災害による経済損失 ➢ 地形図 ➢ サイトの地盤状況 ➢ 斜面のモニタリング成果 ➢ 運営維持管理状況
(3) 第一次国内解析 (平成 22 年 9 月 10 日～10 月 31 日)	<ul style="list-style-type: none"> ● 崩壊による経済損失の評価 ● 斜面崩壊原因の解析 ● 環境社会配慮計画 ● 第二次現地調査の準備 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 斜面对策工案 ➢ 社会環境配慮計画 ➢ 同上英文サマリー案 ➢ 第一次現地調査報告書
(4) 第二次現地調査 (平成 22 年 11 月 6 日～12 月 5 日)	<ul style="list-style-type: none"> ● サイト調査 ● 施工計画 ● 調達事情調査 ● 事業費積算資料調査 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ サイト状況の確認 ➢ 施工計画 ➢ 調達事情 ➢ 積算資料
(5) 第二次国内解析 (平成 22 年 12 月 7 日～ 平成 23 年 1 月 16 日)	<ul style="list-style-type: none"> ● 第 2 次現地調査の報告 ● 準備調査報告書 (ドラフト) 作成 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 斜面对策工案 ➢ 事業計画 ➢ 概略の事業費 ➢ プロジェクト実施に関する提言
(6) 準備調査報告書案 の現地説明・協議 (平 成 23 年 1 月 17 日～1 月 26 日)	<ul style="list-style-type: none"> ● 報告書案の説明と協議 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ ドラフトファイナルレポート ➢ 和文最終報告書(案) <p>報告書案の了承と最終化のためのコメント</p>
(7) 準備報告書作成 (1 月上旬～3 月 15 日)	<ul style="list-style-type: none"> ● 準備報告書作成・製本 	(英和) 最終報告書

第2章

プロジェクトの周辺状況

2.1. 道路維持管理の実施体制

2.1.1. 道路整備状況

ネパール国公共事業計画省道路局（Department of Road;DoR）が管理する「ネ」国の幹線道路は国道（National Highway）、主要支線（Major Feeder Road）、下級支線（Minor Feeder Road）中山間地道路（Mid-Hill Road）郵送用道路（Postal Road）に5分類されており、それらは戦略道路網（SRN; Strategic Road Network）として整備されている。2009/2010年度における所管道路網の延長は約10,835kmである（表2.1.1）。これに加え現在建設中の道路約768km、計画中の道路が約2,509kmあり道路局が管理すべき道路は増え続けている状況にある。

表 2.1.1 戦略道路網（SRN）の道路延長(km)

	アスファルト	砂利道	土砂道	合計
国道（National Highway）	2,721.04	322.70	348.07	3,391.81
主要支線（Major Feeder Road）	2,043.32	1,212.26	2,282.70	5,538.27
下級支線（Minor Feeder Road）	102.55	115.40	360.38	578.33
中山間地道路（Mid-Hill Road）	17.50	36.29	680.61	734.40
郵送用道路（Postal Road）	67.70	378.50	146.00	592.20
合計	4952.11	2065.15	3817.76	10835.02

出典: Statics of Strategic ROAD Network SSRN 2009/10

シンズリ道路はこのうち最も主要な国道の一つである国道6号線（National Highway No.6）として位置づけられている。

2.1.2. 道路局の組織

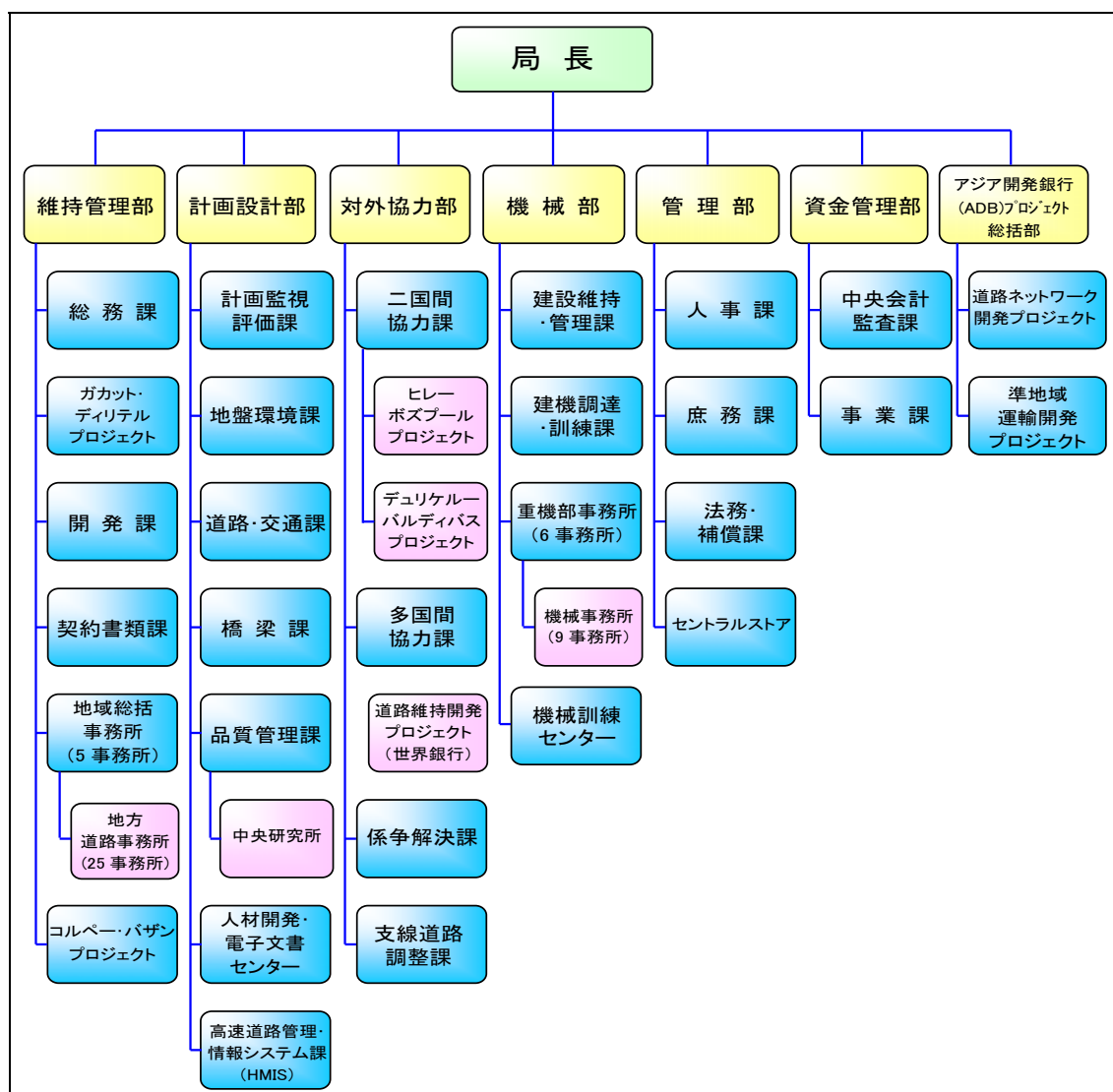
「ネ」国の建設・維持管理にかかわる道路整備は、主管官庁である公共事業計画省；Ministry of Physical Planning and Works(MoPPW)に所属する組織の道路局（DoR）が担当しており、その組織を図2.1.1に示す。

道路局長の下に計画・設計部（Planning and Design Branch）、外国援助部（Foreign Cooperation Branch）、維持管理部（Maintenance Branch）、機械部（Mechanical Branch）、アジア開銀プロジェクト総括部（ADB Project Directorate）、管理部（Administrative Section）、資金管理部（Financial Administrative Section）の7部門があり、道路局所管の諸事業を実施している。

道路局の総職員数は2010年度で2,610名、内本省勤務362名である。外国援助部門には23名、維持管理部門には10名、国道管理情報ユニット（Highway Management Unit: HMIS Unit）

には 8 名在籍している。また、道路維持管理の実行部隊である地域管理事務所には 116 名、25 地方道路管理事務所には 1,079 名が在籍している。

現在建設中のシンズリ道路は外国援助部門（Foreign Cooperation Branch）が窓口になっている。ただし、シンズリ道路が全線完成した後は現在の外国援助部門から道路維持管理部門（Maintenance Branch）に移行され、道路維持管理部の一つの部署である地域総括事務所（5 Regional Directorate Offices）の下部機関である 25 地方（郡）道路事務所の管理下に入ることになる。



出典: Road Maintenance Strengthening Project, DoR, March 2009, P3 Figure 1-1

図 2.1.1 道路局組織図

2.1.3. 道路予算

過去 6 年の道路局に配分された予算を表 2.1.2 に示す。また過去 5 年の道路局予算の内維持

管理予算を表 2.1.3 に示す。公共事業計画省に配分される予算は 2005 年度約 97 億ルーピーであったが、2010 年度には約 350 億ルーピーであり、この間 3.6 倍の伸び率を示している。これに加え、公共事業計画省全体予算の中の道路局予算比率も 52% から 70% に増加した。そのため、道路局の予算は急激に増え、2005 年の予算約 50 億ルーピーは 2010 年には 248 億ルーピーでこの間、約 5 倍に増加している(表 2.1.2)。

表 2.1.2 公共事業計画省と道路局の予算の推移 (単位：千ネパールルーピー)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
公共事業 計画省	9,651,742	12,666,501	13,986,973	21,165,951	28,810,512	35,065,367
道路局 (対省比率)	4,991,600 (51.7%)	6,925,110 (54.7%)	8,527,076 (61.0%)	12,894,976 (60.6%)	18,724,073 (65.6%)	24,832,544 (70.8%)
維持管理 (対局比率)	621,357 (12.4%)	630,577 (9.1%)	769,884 (9.0%)	1,370,522 (10.6%)	2,380,678 (12.7%)	2,500,000 (10.1%)

Source: Budgetary sheet provided by DoR

2.1.4. 道路維持管理システムと維持管理

(1) 道路維持管理の内容

道路局の道路維持管理体制は、1993-2006 においてスイスが支援した維持管理強化プログラム Strengthened Maintenance Divisions Program (SMDP) をもとに構築されてきた。現在、全国 25 の地方道路事務所でこのプログラムに従って維持管理の年間事業計画 (Annual Road Maintenance Plan: ARMP) が作成され、道路維持管理が行われている。

このプログラムで規定している道路維持管理業務は下記の 5 項目である。

- ① **Routine Maintenance (日常管理) :**
道路の清掃、排水溝の清掃、横断パイプの清掃、舗装穴の仮修理、橋梁の清掃、路肩のレベリング、草刈りなど。
- ② **Recurrent Maintenance (部分補修) :**
不定期に発生する舗装 (ポットホールやひび割れ) や道路構造物 (フトンカゴ工擁壁や側溝) の修理など。
- ③ **Periodic Maintenance (定期補修) :**
定期的な舗装のオーバーレイ、路肩の修復、道路マーキング修復、橋梁構造物の修復、砂利道の敷き均しなど。
- ④ **Emergency Maintenance (緊急災害復旧) :**
道路へ流出した土砂や障害物の除去、警告標識の設置、迂回路の建設、地すべりクラックのカバー、河川浸食に対する保護工事など。
- ⑤ **Preventive Maintenance (災害予防対策工事) :**
斜面ネットの設置、斜面の修正、岩盤斜面の整形、フトンカゴ工壁の設置、砂防ダムの建設、河川浸食防止対策、植生工事など。

上記の五つの維持管理業務の中で実質的に行われているのは①日常管理（Routine Maintenance）と②部分補修（Recurrent Maintenance）というのが現状である。

③定期補修及び⑤災害予防対策工事の実施は、主として予算の制約から十分に行われていない。⑤災害予防対策工事に関しては、予算的裏づけが必要なだけでなく道路工事事務所の執行体制強化や技術力の強化も課題である。

④緊急災害復旧では、全国9地点に設置されている重機械事務所を25道路事務所が活用して道路の再開通作業及び復旧工事をおこなっている。しかし、一般的にはやはり、予算上の制約から道路の再開通までが精一杯であり、本格的災害復旧が行われるのは重要道路で大災害が発生した時のみである。この災害復旧はドナー機関、主として世界銀行よりの融資を受けて行われてきた。

(2) 道路維持管理予算編成のプロセス

道路維持管理計画の編成過程を表 2.1.3 及び図 2.1.2 に示す。

表 2.1.3 年間道路維持管理計画の編成プロセス

活動内容	実施月	結果
DRO による ARMP 案の申し入れ	2月	予算内訳、通常業務、反復性業務、主要事業
RD 及び DoR による ARMP 案の確認	3-4月	ARMP の連結, 全体とりまとめ
ARMP ワークショップ	5-6月	ARMP の承認
ARMP の統合	7-8月	25 事務所の ARMP の統合
DoR が予算案を RBN に伝達 予算の発表	8-10月	資金の配分。要求に対する以下の割合が典型的 通常業務=100%, 反復性業務=85%, 主要事業=50%
DRO による優先順位付け		優先度 1 : 道路補修 優先度 2 : 小構造物の修復 優先度 3 : 道路建設及び他の道路安全対策
ARMP の更新	9月	実際の配分に対する作業計画の調整

DRO: 地方道路事務所, RD: 地域総括事務所, ARMP: 道路維持管理計画, RBN ネパール道路委員会
出典: Road Maintenance Strengthening Project, DoR, March 2009, P9 table 1-2

2月に年間道路維持管理計画の作業を開始し、6月に計画承認、8月に予算配布される流れである。この計画プロセス自体は良く出来ているのであるが、道路事務所での原案作成、本局での協議、予算配布がより実質的になるよう改善していく必要がある。そのためにはやはり、予算上の裏づけが不可欠である。

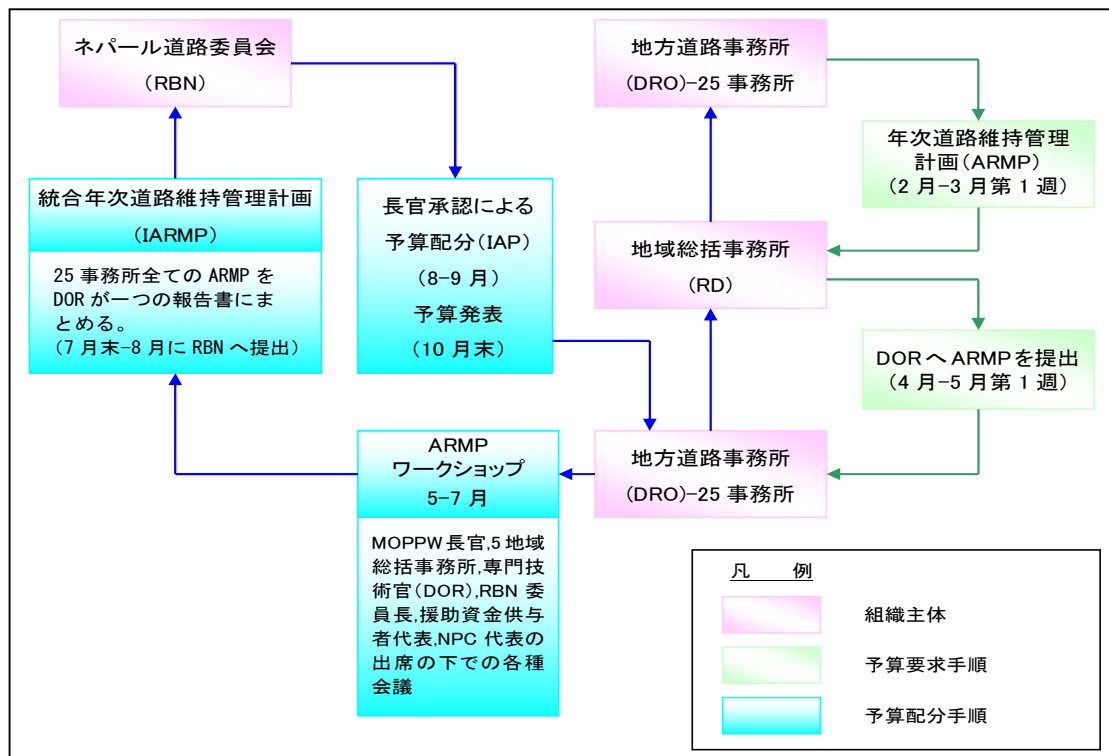


図 2.1.2 年間道路維持管理計画編成プロセス

(出典：DoR)

(3) 道路維持管理予算

道路局予算の急速な伸びに伴い、道路維持管理の予算も増加している。また過去 5 年の道路局予算の内維持管理予算を表 2.1.4 に示す。道路維持管理の予算は、RBN (Road Board Nepal) 予算と道路局予算で構成されるが、6 億ルピー(2005)から 24 億ルピー (2009 年) へと増加している。

表 2.1.4 道路維持管理予算の推移 (単位：千ネパールルピー)

	2005	2006	2007	2008	2009
日常管理 (RBN)	93,963	118,560	124,988	169,471	193,923
部分補修 (RBN)	171,449	136,617	147,138	194,341	195,220
部分補修 (DoR)	97,334	0	0	0	0
災害復旧 (RBN)	0	0	13,000	0	29,439
災害復旧 (DoR)	8,300	6,400	7,600	23,592	0
定期補修 (RBN)	0	14,000	254,558	0	700,000
定期補修 (DoR)	193,550	197,200	53,100	0	21,900
災害予防 (RBN)	0	51,000	69,800	140,000	687,247
災害予防 (DoR)	56,761	106,800	99,700	843,181	552,950
維持管理合計	621,357	630,577	1,370,522	1,370,522	2,380,678

Source: Budgetary sheet provided by DoR

しかし、全国の幹線道路の維持管理を担当する地方道路事務所の話では、毎年の維持管理予算要求額に対して実際に政府からの配分は 20%~40%程度であり、それらは日常的な維持

管理(Routine maintenance)及び不定期の維持管理(Recurrent maintenance)に殆ど使われてしまい、数年置きに実施されるべき Periodic Maintenance 予算枠（比較的費用のかかる舗装のオーバーレイや本格的な改良などに使用される）は非常に少ないとの事である。

雨季の災害対策に宛てられる Emergency Maintenance は、道路の土砂を排除するのが主目的であり、本格的な復旧工事に対する予算は確保されていない。また、危険箇所への予防処置として行われる災害予防(Preventive Maintenance)についても殆ど実施されていないようである。

2.1.5. シンズリ道路の維持管理体制と予算

(1) 管理体制

現時点でのシンズリ道路の維持管理は図 2.1.3 に示すカトマンズプロジェクト事務所が統括し、バネパ (Banepa)、バルディバス(Bardibas)、シンズリ(Sindhuli)の 3 事務所が担当している(図 2.1.3)。

シンズリ道路プロジェクトについては、すでに工事が完成しネパール側に引渡し完了している第一工区、第二工区、第四工区については、道路局の維持管理部門が担当するはずであるが、シンズリ道路に関しては全線が開通していないという判断から、特例として維持管理部門ではなく外国援助部門のもとでの維持管理が行われている。第 3 工区の工事が完了するまでは当面現状の体制でいくことになると思われる。



図 2.1.3 シンズリ道路の維持管理体制 (出典：DoR)

(2) シンズリ道路の道路維持管理予算

2005～2010 のシンズリ道路の予算の推移を

表 2.1.5 に示す。これまでのシンズリ道路に充当された維持管理予算はおよそ 1 千万程度であったが、2009 年度は 2 千 600 万ルピー (実施：1 千 8 百万ルピー)、2010 年度は 9 千 3 百万ルピーと大幅に増加している。

過去の維持管理予算配分実績を見ると、日常管理、部分補修、災害復旧に一定額が割り当てられている。

日常管理予算は 2009 年度から大幅に増額した。第二工区(36km)の管理区間増加が配慮されている。日常管理は道路側溝の管理が主体であるが、良く行われているように見える。部分補修は 2005～2008 年間は 100～150 万ルピーであったが、2009 年から倍増している。

表 2.1.5 シンズリ道路維持管理予算の推移 (単位：千ネパールルピー)

年度	予算	日常管理	部分補修	災害復旧	定期補修	災害予防	合計
2005	予算	2,000	1,000	500	0	7,750	11,450
	実施	2,057	1,000	500	0	7,612	11,169
2006	予算	2,664	1,300	400	3,200	500	8,064
	実施	2,572	1,300	400	3,200	500	7,972
2007	予算	3,488	1,500	823	0	2,970	8,781
	実施	2,871	1,365	823	0	2,970	8,029
2008	予算	4,677	1,500	300	0	4,500	10,977
	実施	3,490	382	300	0	4,000	8,172
2009	予算	4,978.99	5,000	700	0	15,300	25,978.99
	実施	5,736.16	3,570.6	700	0	8,200	18,206.76
2010	予算	6,809.53	3,825	800	72,000	9,562	92,996.53
	実施						

(提供：シンズリ道路プロジェクト事務所)

表 2.1.6 シンズリ道路改良工事の予算と実施内容 (単位：千ネパールルピー)

年度	当初予算	実績	実施内容
2004	20,000	19,405	第 4 工区 10km 62,693m ²
2005	30,000	14,585	第 1 工区 5km 27,775m ²
2006	50,000	45,842	第 1 工区 6km 59,030m ²
2007	47,750	31,174	構造物
2008	67,200	54,000	第 1 工区 11km 舗装
2009	47,200	40,183	第 1 工区 11km 舗装
2010	40,183	実施中	
合計	302,333	205,189	

(提供：シンズリ道路プロジェクト事務所)

災害復旧費は 50～80 万ルピーで推移している。主に第工区の土石流堆積物排除に使われているものと推定される。この予算額は、ここ 5 年間交通機能を阻害する大きな災害が発生していないことを物語る。

災害予防費も 2009 年度から倍増している。これも 2014 年全線開通に向け、問題地点の解消に向けた措置と考えられる。定期補修は 2006 年以外、予算付けが行われていなかったが、2010 に 7 千 2 百万ルピーが割り当てられている。2014 年全線開通へ向けた配慮も感じられるが、この大半は第一工区を中心とした道路改修工事にも割り当てられていると推定される。

維持管理費の他、2004 年から、2010 年までに約 3 億ルピーが主に舗装工事に使われている (表 2.1.5)。この資金ソースとして日本政府の見返り資金(Non Program Grant)が 2005 年から 2009 年にかけて投入されており、道路局が実施した第 1 工区のバルディバースービマン間約 21 km の簡易舗装工事に使用されている。その一部はカマラ川沿いの支流から発生する土

砂流による道路被害を防ぐ為の砂防ダム(基本的にフトンカゴ工を使用)の建設およびカラ川制水工の建設のために DWIDP に配分されている。

2014 年度全線開通に向けては、道路局で実施することになっている第一工区の改良工事が最も重要な課題の一つであり、このテーマに関する予算配分の増加が必要である。

2.2. プロジェクトサイト及び周辺の状況

2.2.1. 社会条件

プロジェクトサイトであるシンズリ道路第二工区 17~18km 区間は、ネパール国の中央地域 (Central Region) の東部ジャナカプール行政区 (Janakapur District) シンズリ郡 (Sindhuli District) バドラカリ村 (Bhadrakali Village) ドングレバンジャン (Dhungre Bhanjyang) 地区に位置する。この付近は第二工区の始点であるシンズリバザールから終点クルコットへ至る古道があり、古くからテライーシンズリ郡ーラメチャップ郡を結ぶ重要なルートとなっていた。第二工区はシンズリ・ガリ付近よりこの旧道に沿って建設されている(図 2.2.1)。

この旧道のシンズリ・ガリの要衝には古い石造りの砦が築かれている。この砦は約 180 年前に東インド会社が組織する侵入軍をネパール軍が撃退した場所として知られている。



(出典 <http://ncthakur.itgo.com/map04.htm>)

図 2.2.1 プロジェクトの位置図

バドラカリ村は約 60 平方キロメートルの面積を有する山間の村である。村全体の居住戸数 744、人口 4591 (男 : 2241、女 : 2350) (2010 年 7 月バドラカリ VDC 資料) であるが、プロジェクトサイト周辺地区のドングレバンジャン地区の居住戸数は 25、人口は 181 名 (男 : 87、

女:94) である。ほとんどの住民は畑作と畜産(鶏・羊・牛)により生計をたてている。自給自足に近い生活を送っている。道路沿いの4戸のみ食堂を含む売店を営んでいる。(2010年7月調査団調べ)

2.2.2. 自然条件

(1) 降雨

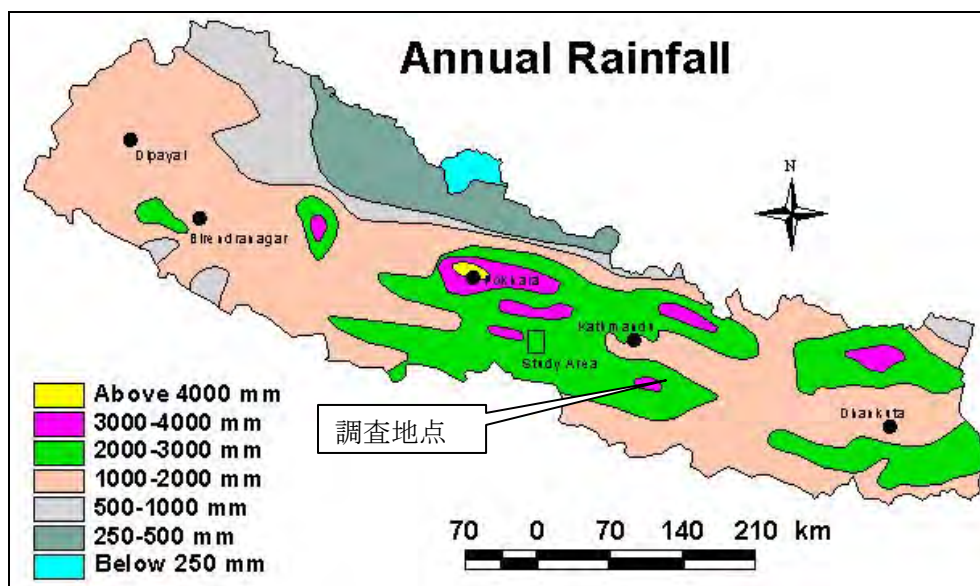
ネパール国の降雨はベンガル湾で発生する夏のモンスーンの影響を受け、年間降雨の約80%が6月から9月の4ヶ月で発生するが、降雨量は地域によって大きく異なる。ネパール国最北端では年降雨量250mmを下回る地域もあるが、全般的には1000から3000mmの年間降雨量があり、水資源には恵まれる一方風水害発生的主要原因ともなっている(表2.2.1, 図2.2.2)。

表 2.2.1 第二工区と第三工区の年間降雨量

観測所	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
二工区	22.1	13.2	33.8	112	209	422	746	560	395	114	9.7	7.4	2613
三工区	14.3	14.4	22.5	39.2	72.9	136	296	170	68.7	28.9	9.0	14.2	887

観測所:シンズリガリ(第二工区), ネパルトック(第三工区) (mm/年)

(出典: 第三工区基本設計調査報告書(2008) p2-12)



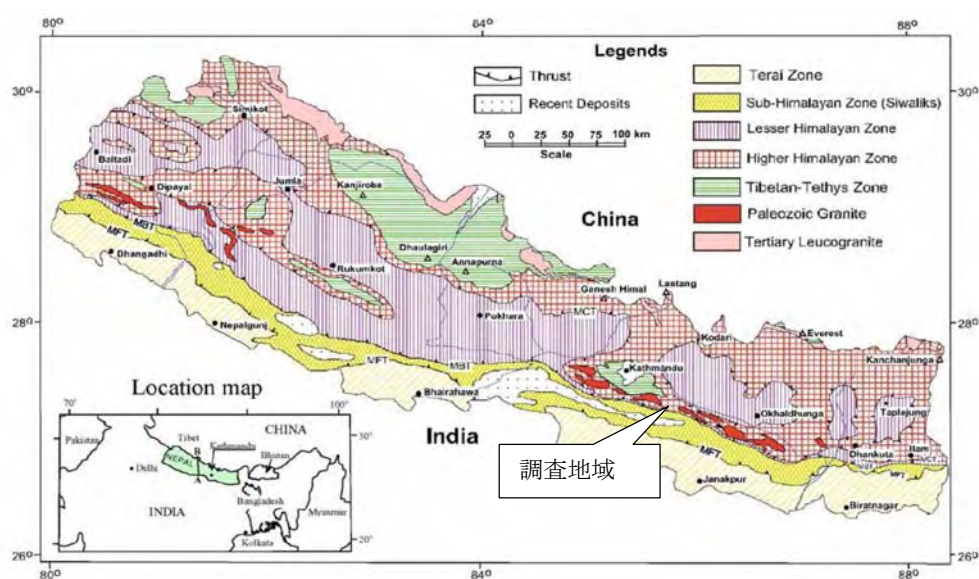
(出典: ネパール国ナラヤンガートームグリーン道路防災管理計画調査 p2-1; ネパール水門気象局 ホームページ資料を基に編集されたもの)

図 2.2.2 ネパールの年間降雨量

図 1.1.1 の調査位置図に示すように調査地点(シンズリ道路第二工区)はマハバラット山脈を通過する地帯であるが、この付近は2000mmから3000mmの多雨地域に位置する。マハバラット(Mahabharat)山脈を過ぎ、第三工区に入ると1000mmから2000mmの降雨ゾーンとなる。両工区の年間雨量を表2.2.1に示すように、マハバラット山脈を境として降雨量は激変する。

(2) 地形地質の概要

ネパールの国土は、約 4 千万年前にインド大陸がアジア大陸に衝突し北側が隆起して形成されたものであり、この運動は現在も継続している。この造山運動により東西方向に 2,400km のヒマラヤ山脈が形成されたが、ネパールはその内約 1/3 の 800km を占める。この造山運動で形成された地質図を図 2.2.3 に示す。



(出典：Dahal 2006)

図 2.2.3 ネパール国地質図と調査地点

この地体構造は南（低標高）から北(高標高)に向かい大まかに下記の 5 地区に区分される。各地区の境界は連続性の良い衝上断層で仕切られる（表 2.2.2）。

表 2.2.2 ネパールの地形・地質区分(南→北)

地形区分	地質区分
I テライ	ガンジス沖積帯（第四紀）
II 亜ヒマラヤ帯	シワリク堆積岩
III 低ヒマラヤ帯	弱変成堆積岩・堆積岩（先カンブリア～第三紀）
IV 高ヒマラヤ帯	高結晶質岩(先カンブリア紀)
V チベットヒマラヤ帯	堆積岩

(出典：調査団)

シンズリ道路第二工区はシンズリバザール（亜ヒマラヤ帯；標高約 500m）マハバラット山脈をシンズリガリ（低ヒマラヤ帯；標高 1,350m）の鞍部で超え、スンコシ川右岸に位置するクルコット(標高 550m)にいたる道路延長 35.8km の区間である。

この間、道路はシンズリバザールより約 6km の間はグアン川沿いの比較的なだらかな丘陵

地帯を通過する。6km 地点(標高約 700m)よりマハラバット山脈を形成する 30~40 度の急斜面となり 23km からクルコットへ下る。

調査地区 (17+400~18+200) 周辺(14~20km)の地質断面を図 2.2.4 に示す。

図 2.2.4 に示すように調査地点の約 1.5km 西方では主境界断層がシワリク堆積岩と低ヒマラヤ帯の片岩類をわけている。低ヒマラヤ帯の岩石は破碎されていない部分では堅硬緻密であり、全般的に安定的な急斜面を形成している。しかし、主境界断層やその東側に発達するマハラバット断層の影響で部分的に破碎され、崩壊し易くなっている部分がある。主要断層周辺や亀裂が発達する箇所では崩壊が発生している。また、片岩類は規則的な分離面が発達しており、斜面との関係で流れ盤すべりやトップリングも発生する可能性もある。

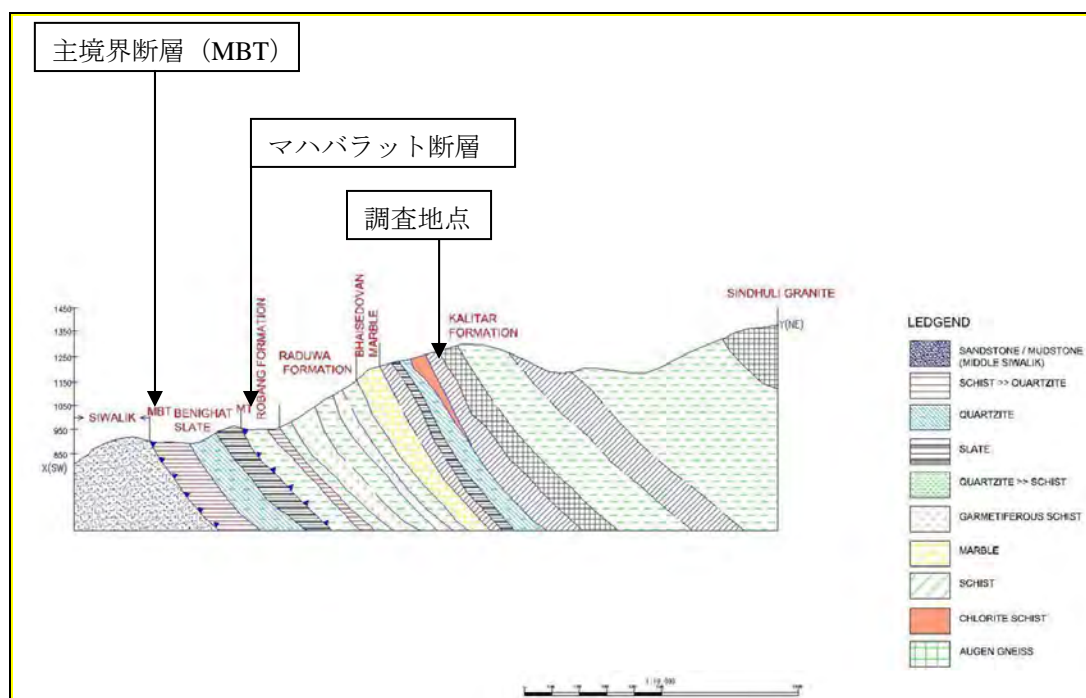


図 2.2.4 調査地点周辺の地質断面図

(出典：調査団)

(3) 土地利用と植生

第二工区道路沿いの土地利用は居住区、農地、灌木・荒廃地(作付けしていない農地を含む)、森林地帯に分けることができる。河川沿いの農地では水の斜面地帯の段々畑ではトウモロコシが主に栽培されている。これら以外の作物としては、シンズリ・バザール周辺ではコリアンダー(セリ科の野菜)やナス、根菜類が栽培されている。山岳地帯ではわずかではあるが、豆類やジャガイモが、スタリチャプタンダ斜面ではジュナール(柑橘類)やミカンが栽培されている。また、アンデリ川沿いではバナナやパイナップル、マンゴも栽培されている。灌木地帯は農地の周辺に多く見られ、家畜の遊牧地として利用されている。(シンズリ道路建設計画(第二工区)基本設計調査報告書; ; 2009、2-15 頁)

調査地点を中心とする概略の土地利用状況を図 2.2.5 に示す。調査地周辺のドングレバンジャン村は上記の内の山岳地帯であり、ごく一部が耕作地であり、ほとんどが灌木・疎林地帯である。また、Sta.17+400、Sta.17+600、Sta.18+200 のプロジェクトサイトは全て国有地である (DoR 調べ)。

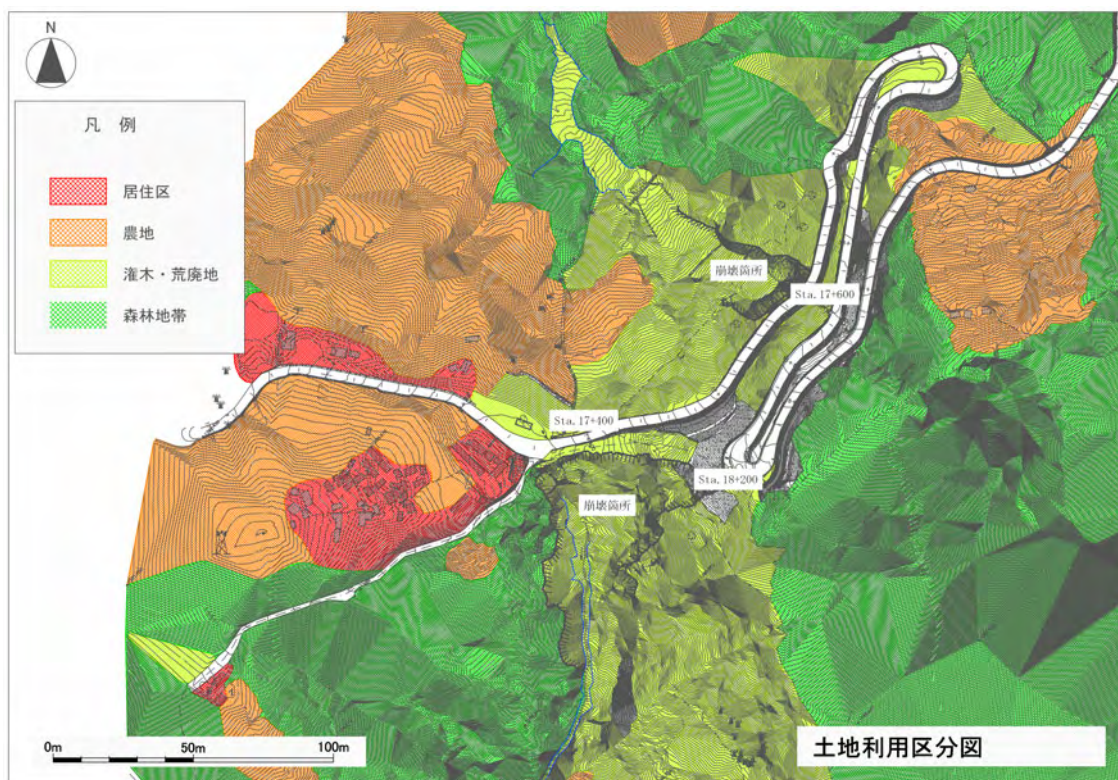


図 2.2.5 調査地周辺の土地利用図

2.2.3. 環境への影響

現地作業より得られた斜面状況より判定された斜面の危険度評価に基づき対策工案が提案された (第 4 章参照)。この対策工案を実施する際に想定される自然環境・社会環境に与える影響と軽減策を「JICA 開発調査環境配慮ガイドライン」に示すチェック項目に従い検討した。(巻末資料 IX: Summary of Environmental and Social Consideration 参照)

このプロジェクトは完成した道路の地すべり被災箇所の修復事業であることと、対象地域が 200*250m (Sta.17+400, Sta.18+200) と 100*200m (Sta.17+600) 2 箇所の限定的な地域に限られているため、自然及び社会環境に与える影響も軽微であり、かつ工事期間中約 2 年間の時限的な影響にとどまる。

表 2.2.3 対策工事实施により想定される環境影響と軽減策(1) 社会環境

環境項目	現状及び影響（評定の区分）	軽減策
住民移転	プロジェクトサイトに居住する住民はいない。（D）	—
経済活動	プロジェクトサイト周辺の商店の売り上げ若干向上する。また、周辺住民の単純労働の雇用機会が生まれる。これらのことにより、経済的に負の要素はない。（D）	—
交通・生活施設	工事中に一定の交通規制が必要となる。また、工事用車両により、車両交通が増え、交通事故の危険性が高まる。 また、18km 付近に設置されている高圧送電線の移設が必要になる可能性がある。（B）	<ul style="list-style-type: none"> ● 交通障害が最小限となるような施工計画を立案する。 ● 建設作業員に交通安全意識を徹底させる。 ● 住民を含む交通安全教育。
地域分断	地域分断の可能性はない。（D）	—
遺跡・文化財	遺跡・文化財は存在しない。（D）	—
水利権・入会権	プロジェクトサイトは国有地であり、水利権・入会権には抵触しない。（D）	—
保険・衛生	建設工事中に設置される労働者用キャンプに起因する衛生状態の悪化が懸念される。（B）	<ul style="list-style-type: none"> ● 衛生対策を工事仕様に盛り込み遵守を義務づける。
廃棄物	18km の対策工事で地山掘削が発生する。（D）	<ul style="list-style-type: none"> ● 17+600 の押さえ盛土に転用し、切土/盛土をバランスさせる。
災害	18+200 で新しい切土斜面が発生する。（D）	<ul style="list-style-type: none"> ● 斜面保護、安定対策を十分に行う。

評定の区分：A：重大なインパクト、B：多少のインパクト、C：不明、D：ほとんどインパクトない

表 2.2.4 対策工事实施により想定される環境影響と軽減策(2) 自然環境

環境項目	現状及び影響（評定の区分）/軽減策
地形・地質	学術的に価値を持つ地形・地質は存在しない。（D）
土壌浸食	土壌浸食を軽減させる対策工を実施する。（D）
地下水	地下水には影響しない対策工。（D）
湖沼・河川流況	湖沼・河川は存在しない。（D）
海岸・海域	海岸・海域から遠く離れている。（D）
動植物	動植物には影響しない。（D）
気象	気象への影響は皆無である。（D）
景観	不安定斜面が安定化し、景観は改善する。（D）

表 2.2.5 対策工事实施により想定される環境影響と軽減策(3) 公害

環境項目	現状及び影響（評定の区分）	軽減策
大気汚染	工事用車両/建設機械の使用は限定的であり大気汚染は発生しない。 (D)	-
水質汚濁	工事期間中、掘削工事や残土処理で若干の汚水が発生するが軽微である。 (D)	-
土壌汚染	工事期間中、土壌汚染を引き起こす物質の使用はない。 (D)	-
騒音・振動	工事期間中、建設機械の稼働により、若干の騒音、振動が発生する。しかし、村落への影響は軽微である。 (D)	-
地盤沈下	地盤沈下は発生しない。 (D)	-
悪臭	建設工事に伴う悪臭は発生しない。 (D)	-

表 2.2.3、表 2.2.4、表 2.2.5 に示すように、自然環境と公害の観点からは全く影響がないと評価される。社会環境については、工事期間中交通障害や交通事故の危険性が増す他、労働者用キャンプキャンプに起因する衛生状態の悪化が懸念される。これらの項目は全て、適切な施工計画と施工管理を行うことで回避可能である。