

ネパール連邦民主共和国
シンズリ道路建設計画（第三工区）
基本設計調査報告書

平成 20 年 12 月
(2008 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

委託先
日本工営株式会社

基盤

CR(4)

08-048

ネパール連邦民主共和国
公共事業計画省道路局

ネパール連邦民主共和国
シンズリ道路建設計画（第三工区）
基本設計調査報告書

平成 20 年 12 月
(2008 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

委託先
日本工営株式会社

序 文

日本国政府は、ネパール連邦民主共和国政府の要請に基づき、同国のシンズリ道路建設計画（第三工区）にかかる基本設計調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 20 年 3 月 10 日から 5 月 27 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ネパール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しました。帰国後の国内作業の後、平成 20 年 9 月 25 日から 10 月 4 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展に役立つことを願うものです。

終りに、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 20 年 12 月

独立行政法人国際協力機構

理事 橋 本 栄 治

伝 達 状

今般、ネパール連邦民主共和国におけるシンズリ道路建設計画（第三工区）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、貴機構との契約に基づき弊社が、平成20年3月より平成20年12月までの10ヵ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、ネパールの現状を十分に踏まえ、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20年12月

日本工営株式会社

ネパール連邦民主共和国

シンズリ道路建設計画（第三工区）基本設計調査団

業務主任 片桐 英夫

要 約

1. 国の概要

ネパール連邦民主共和国（以下「ネ」国と称する）は、南西アジアに属し、ヒマラヤ山脈南麓に位置し、インドと中国に接する内陸国で総面積 14 万 7,000km²の国土を有する。首都カトマンズは東西 25km、南北 20km 程のカトマンズ盆地にあり、「ネ」国の 2004/05 年政府中央統計局推計によると総人口は約 2,530 万人で、そのうち首都圏を含むカトマンズ盆地に約 176 万人が生活している。また、インド国境に沿いに広がるテライ平原は「ネ」国の主要農業生産地帯である。

最新の「ネ」国財務省資料によると、2005/06 年度の名目 GDP は約 70 億米ドル、一人当たり GNP は約 318 米ドルである。主要産業は農業を主体とする第 1 次産業で GDP の約 40%、就業人口の約 80%を占める。工業を主体とする第 2 次産業が GDP の約 20%、観光業等の第 3 次産業が残りの約 40%を占める。

内陸国である「ネ」国の交通運輸体系は、そのほとんどを道路に依存している。「ネ」国の道路整備は 1950 年代より始まり 2005 年までに総延長は 15,905km の道路網が構築された。しかしながら、2005 年 12 月現在、全国 75 郡のうち 12 郡では道路が全くなく、さらに、15 郡の郡庁が道路網で結ばれておらず、道路整備はいまだ進展途上にある。特に、シンズリ道路沿線の「ネ」国東部では全天候型の道路がないことから、100 万人を超える住民が、道路の恩恵による社会経済発展から取り残されている。また、未舗装道路が全体の約 70%を占めているように、道路のサービス水準は依然として低く、全体的に土砂災害に弱い状況にある。このため、貧困撲滅を筆頭とする国家目標の達成の基盤を確保するとともに、国家経済的な見地から輸送費の軽減を図る上で、既存道路網の改善と進展は「ネ」国の重要課題の一つとなっている。

2. 要請プロジェクトの背景、経緯及び概要

「ネ」国政府は、国家開発計画として 1956 年に第 1 次 5 箇年計画を策定し、現在では暫定 3 箇年計画（2007 年 7 月～2010 年 7 月）のもとに国家整備を進めている。公共事業計画省（Ministry of Physical Planning & Works、以下「MOPPW」と称する）に所属する道路局（Department of Roads、以下「DOR」と称する）は、上記の国家開発計画と将来の国家マクロ経済指標の目標値を念頭に、「ネ」国全土を対象とした計画期間 20 年間の戦略道路網整備計画（Master Plan for Strategic Road Network、以下 SRN と称する）を 2005 年 12 月に策定し、優先プロジェクトを特定した。「ネ」国でも人口密度の高い東部テライ地域と首都カトマンズを総延長約 160km で結ぶシンズリ道路は、国道 6 号線（H06）として、この優先プロジェクトの上位に掲げられている。

シンズリ道路建設事業は、1986 年のフィービリティ調査に始まり、1993 年のアフターケア調査を経て、1996 年に第一工区から我が国の無償資金協力にて建設が開始された。1998 年に第四工区、2001 年に第二工区が着工され、現在、第二工区（3/3 期）工事が 2009 年 3 月完工の予定で進行しているなか、シンズリ道路の中間に当たる第三工区だけが未着手となっていた。

こうした状況のもと「ネ」国政府は、首都カトマンズとテライ地域及びインド国境を結ぶ南北通商ルートの安定した代替ルートの確保及び「ネ」国の政治的安定、経済成長とともに、交通、特に農産物輸送、長距離バスの走行距離及び移動時間の短縮に資するシンズリ道路の全線開通を目指し、2001年3月、第三工区に関して我が国に無償資金協力を要請した。

「ネ」国政府の要請に対し、我が国は、「ネ」国側が実施予定であったEIA調査を支援する「シンズリ道路（第三工区）EIA支援プロジェクト形成調査（基礎調査）」の一環として「EIA実施コンサルタント」を支援する専門家派遣と同時に、「測量・図化」支援を2005年1月から実施した。これらの支援により、DORは2004年11月からEIAを実施し、その報告書は2006年5月に「ネ」国政府から承認された。その後、我が国に提出されたEIA報告書に対して2006年10月にJICA環境社会配慮審査会（以下「審査会」と称する）が開催された。その結果、審査会より出された答申内容を踏まえて、予備調査団を2007年2月に「ネ」国に派遣し、本プロジェクト内容の確認等について協議を行った。また、実施規模および環境に与える影響を考慮し、DORによるプロジェクトの実施および移転に係わる住民との基本合意形成を支援した。さらに、技術的検討を加えた道路線形（案）が策定され、同年11月に審査会に追加EIA調査結果が報告された。予備調査団は、基本設計調査において、最終道路線形の確定はDOR開催の住民説明会で合意されることと、DOR実施のEIA更新のための補完環境調査の支援が必要であることを提案した。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

我が国政府は予備調査の結果を受けて、本調査対象道路の改修について必要性と緊急性が高いと判断した。これを受けてJICAは基本設計調査団を2008年3月10日から同年5月27日に「ネ」国へ派遣し、同国関係者と要請内容について再確認、協議を行うとともに、プロジェクトサイト調査及び関連資料収集を行い、現地調査資料に基づき最終道路線形を検討した。同期間中には、DOR開催の住民説明会で最終道路線形が住民の合意を得他ことにより確定され、また、DOR実施のEIA更新のための補完環境調査の第一・二次支援を行うとともに、我が国無償資金協力プロジェクトの必要性、社会・経済効果、妥当性についても検討した。帰国後の国内作業により、上記を確認するとともに、無償資金協力として最適な基本設計を行った。さらに、EIA更新のための補完環境調査の第三次支援を同年7月23日から同年8月1日に派遣して中間成果を受領し、8月25日にJICA環境社会配慮審査会へEIA更新結果を報告した。この審査会では特段の追加補完調査の答申はなく、EIA更新作業は完了した。なお、当初の現地踏査により地すべり地帯が存在することが判明したため、追加現地調査が同年8月18日から9月26日に実施された。その後、実施計画、事業内容及び「ネ」国側負担事項等を作成し基本設計概要書を取りまとめた。JICAは、同年9月25日から10月4日まで基本設計概要説明調査団を再度「ネ」国に派遣し、協力対象事業内容について同国と合意を得るに至り、協議議事録により確認された。

本基本設計調査で最終的に選定された協力対象施設を以下に示す。

種別	項目	内容・規模
道路建設	道路延長	36.8km
	道路幅員	4.75m
	舗装構造	標準部：瀝青表面処理 (DBST、上層路盤 15cm、下層路盤 15cm) ヘアピン部：アスファルトコンクリート (表層 5cm、基層 2 x 5cm、下層路盤 15cm)
	設計速度	30km/hr (ヘアピン部を除く)
	横断排水	ボックスカルバート：24 箇所 パイプカルバート：283 箇所 (灌漑用を含む)
	バス停	19 箇所に設置
	待避所	164 箇所に設置
	防護柵	プレキャストコンクリート壁式：危険箇所のみに設置
コーズウェイ建設	道路幅員	4.75m
	構造形式	連続ボックスカルバート
	延長	No.3 コーズウェイ：130m (第二工区の残り) No.4 コーズウェイ：30m (第二工区の残り) No.5 コーズウェイ：50m (第二工区の残り) #1 コーズウェイ：30m #2 コーズウェイ：190m #3 コーズウェイ：20m #4 コーズウェイ：50m #5 コーズウェイ：90m #6 コーズウェイ：40m #7 コーズウェイ：60m #8 コーズウェイ：70m #9 コーズウェイ：90m

4. プロジェクトの工期及び概算事業費

日本の無償資金協力で実施する場合、協力対象事業実施に必要な工期は実施設計に 9 ヶ月、建設工事に 53 ヶ月、全体で 62 ヶ月と見込まれる。また、事業実施に必要な概算事業費は 101.04 億円(日本側事業費：99.42 億円、「ネ」国側：1.62 億円)と見積もられた。

本事業実施にあたって、実施機関である DOR をはじめとする「ネ」国側の主な負担事項は、私有土地・家屋の補償、電気・電話・水道の公共施設の移設、環境対策、環境モニタリング、住民対策、交通安全訓練等である。

5. プロジェクトの妥当性の検証

本プロジェクト実施による直接的裨益人口は、シンズリ道路全線の開通による効果として捉えると、シンズリ道路沿線の住民 117 万人、カトマンズ盆地とネパール東部地域の 544 万人、バス及びトラックの利用者 1 日当り 3 万人で年間 1 千万人と推定され極めて多数である。本プロジェクトを実施することにより、期待される効果を以下に示す。

直接効果

- シンズリ道路全線が連結され、中部、東部テライ地域とカトマンズ間の交通の走行距離が、現行のバルディバス～ヘタウダ～ムグリーン～カトマンズ間のルートと比較して道路延長が約 140km(ドリケルまでは約 200km)短縮され、従来 2 日を要したカトマンズと中部テライ地域の往復は 1 日で可能となる。
- 中部、東部テライ地域とカトマンズを結ぶ第二の南北通商ルートが完成することで、現行ルートにおける雨季の土石流や崩壊等の豪雨災害による通行止めやその後の復

旧作業によるカトマンズ盆地への交通障害が軽減される。シンズリ道路は防災性を最重点に建設され、復旧が容易な道路構造となっていることにより、土砂災害後の迅速な復旧が期待でき、カトマンズ盆地への物資輸送が遮断されるリスクが大きく低減され、176万人への安定した物資輸送が可能となる。

- 内戦の影響を受けて開発が遅れていた地域において全天候型道路が開通し、沿線住民約117万人に道路整備による移動時間の短縮及び市場や公共施設へのアクセス向上が可能となる。

間接効果

- 本道路の整備により、農村とマーケットが直結されるので、沿線での換金作物の栽培促進及び地域・市場経済の活性化が期待される。
- 内戦の影響を受けて開発が遅れていた地域において全天候型道路が開通することにより、商業・工業・住宅産業の発展及びそれに伴う投資効果の向上によって、沿道の住民約117万人に対する地域開発、貧困削減に寄与する。
- 首都への南北通商ルートが二本となることで、災害による輸送路の寸断リスクが軽減し、雨季の安定した物資供給が図られることで、首都市民の生活が安定し、政治不安へのリスクの軽減にもつながる。

以上のような効果に加え、上位計画であるDOR戦略道路網整備計画で高い優先順位にあり、必要性和緊急性の高い本プロジェクトの実施は、首都カトマンズの生命線である南北通商ルートの安定した代替ルートを確保することとなり、「ネ」国の社会・経済活動の活性化と政治の安定化にも寄与するのみならず、中部丘陵東西ハイウェイ構想の一部であることから、クルコット経由で「ネ」国東部と南北を繋ぐネットワークが完成し、アクセスの大幅な改善により、遅れていた地域の住民生活の向上に大いに貢献できる。

なお、完成後の道路維持管理はDORにより、特段の問題なく実施され则认为られるが、シンズリ道路を取り巻く環境を考慮すると、「ネ」国側の以下の点について特に十分な配慮が必要である。

- プロジェクトによって建設された施設を正しくかつ効果的に維持・管理・保全するための要員・予算を確保すること。
- 災害発生の未然防止のため計画的・効果的な定期点検・監視パトロールを実施すること。
- 災害が発生した場合は、速やかに緊急対策を施し通行可能とすると共に、恒久対策も迅速に実施すること。
- 沿線での交通事故防止のため、警察関係者との協同による交通安全の広報と、利用者への教育訓練及び指導を実施すること。

目 次

序文
伝達状
要約
目次
図表リスト/略語集
位置図/完成予想図/写真

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1.1 当該セクターの現状と課題	1-1
1.1.1 現状と課題	1-1
1.1.2 開発計画	1-2
1.1.3 社会経済状況	1-4
1.2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1-4
1.3 我が国の援助動向	1-6
1.4 他ドナーの援助動向	1-7
第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2.1 プロジェクトの実施体制	2-1
2.1.1 組織・人員	2-1
2.1.2 財政・予算	2-2
2.1.3 技術水準	2-5
2.1.4 既存施設	2-5
2.2 プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-11
2.2.1 関連インフラの整備状況	2-11
2.2.2 自然条件	2-12
2.2.3 骨材調査	2-22
2.2.4 交通量調査	2-24
2.2.5 測量図レビュー	2-26
2.2.6 ベースライン調査	2-27
2.2.7 環境社会配慮	2-27
2.2.8 ムルコット地区地すべり調査	2-39
2.2.9 斜面モニタリングのための講習会	2-53
第 3 章 プロジェクトの内容	3-1
3.1 プロジェクトの概要	3-1
3.1.1 上位目標とプロジェクト目標	3-1
3.1.2 プロジェクト概要	3-1

3.2	協力対象事業の基本設計	3-2
3.2.1	設計方針	3-2
3.2.2	基本計画	3-9
3.2.3	基本設計図	3-53
3.2.4	施工計画	3-53
3.3	相手国側分担事業の概要	3-61
3.3.1	我が国無償資金協力における一般事項	3-61
3.3.2	本計画固有の事項	3-61
3.4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-62
3.4.1	工事中に必要な維持管理	3-62
3.4.2	工事完了後に毎年必要な維持管理	3-62
3.4.3	工事完了後に数年単位で行う維持管理	3-63
3.4.4	工事完了後に緊急処置で行う維持管理及び予防対策	3-63
3.4.5	「ネ」国の水資源省治水砂防局 (DWIDP) との協力体制	3-64
3.4.6	運営・維持管理上の留意事項	3-64
3.5	プロジェクトの概算事業費	3-65
3.5.1	協力対象事業の概算事業費	3-65
3.5.2	運営・維持管理費	3-67
3.6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-67
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	4-1
4.1	プロジェクトの効果	4-1
4.2	課題・提言	4-1
4.3	プロジェクトの妥当性	4-2
4.4	結論	4-3

資料

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者(面会者)リスト
4. 討議議事録 (M/D)
5. 事業事前計画表(基本設計時)
6. 参考資料/入手資料リスト
7. 基本設計図
8. その他の資料・情報

図表リスト

表 1-1	我が国技術協力実績(運輸交通分野)	1-6
表 1-2	我が国無償資金協力実績(運輸交通分野)	1-6
表 1-3	他ドナー国・国際機関による援助実績(運輸交通分野)	1-7
表 1-4	「ネ」国の主要道路の整備状況と援助国	1-7
表 2-1	「ネ」国政府の国家予算の過去 5 年間の推移	2-3
表 2-2	道路部門への予算配分と内訳の過去 5 年間の推移額	2-3
表 2-3	DOR 予算の建設・維持管理予算と支出の要約	2-4
表 2-4	プロジェクト事務所の予算額・支出額の過去 5 年間の推移	2-4
表 2-5	見返り資金による路面改良工事の実績	2-4
表 2-6	DOR 職員内訳	2-5
表 2-7	道路沿線の土地利用状況	2-6
表 2-8	過去の我が国無償資金協力による調達機材の現状	2-10
表 2-9	既存主要灌漑施設の地区	2-11
表 2-10	サイト周辺の平均最高気温及び平均最低気温	2-12
表 2-11	サイト周辺の月間降雨量	2-12
表 2-12	スンコシ川の各支流の流域面積	2-13
表 2-13	バチュワールガット観測所の洪水流量	2-14
表 2-14	スンコシ川の洪水流量	2-14
表 2-15	ロシ川の洪水流量	2-15
表 2-16	スンコシ川各支流のピーク流出量	2-15
表 2-17	サイト周辺の森林の特徴	2-17
表 2-18	水文調査結果	2-21
表 2-19	骨材調査試験採取場所	2-23
表 2-20	骨材調査項目の試験結果と判定	2-23
表 2-21	交通量調査内容	2-24
表 2-22	将来交通需要予測	2-25
表 2-23	地形図不足箇所	2-26
表 2-24	路線バスによる移動時間調査結果	2-27
表 2-25	線形検討の留意点と対応	2-30
表 2-26	文書による通知のあて先	2-32
表 2-27	開催地別、性別・職業別・カースト別のステークホルダー協議出席者	2-34
表 2-28	ステークホルダー協議での主要意見と対応	2-34
表 2-29	EIA 報告書の項目と修正・更新内容	2-36
表 2-30	段階ごとのモニタリング実施担当区分容	2-39
表 2-31	調査項目及び実施数量	2-41
表 2-32	プロジェクト沿いの不安定斜面の概要と対応	2-52
表 3-1	協力対象事業	3-1
表 3-2	道路線形選定に係る自然・社会環境条件と代替案及び推奨ルート	3-11

表 3-3	水文解析と現況調査結果一覧表	3-17
表 3-4	道路線形ルート概略比較検討一覧表	3-19
表 3-5	道路設計基準	3-20
表 3-6	曲線部の拡幅量	3-23
表 3-7	視距の確保による追加の拡幅量	3-23
表 3-8	曲線部の片勾配	3-24
表 3-9	最小曲線長	3-24
表 3-10	拡幅のすりつけ長	3-25
表 3-11	切土に対する標準のり面勾配	3-26
表 3-12	盛土材料及び盛土高に対する標準のり面勾配	3-26
表 3-13	切土のり面地質区分と適用のり面勾配準のり面勾配	3-27
表 3-14	土地利用(区間)区分と緑化目標	3-27
表 3-15	プロジェクト道路において採用する主なのり面保護工とのり面区分・性状	3-28
表 3-16	プロジェクト道路において採用する主なのり面保護工とのり面勾配・のり面高さ	3-29
表 3-17	排水構造物別の降雨確率年	3-32
表 3-18	対象地域の設計日降雨量	3-33
表 3-19	コースウェイ計画のための確率年降雨量	3-34
表 3-20	排水施設計画のための確率年降雨量	3-34
表 3-21	灌漑水路の箇所及び断面	3-36
表 3-22	擁壁形式選定一覧表	3-37
表 3-23	各河川の 50 年確率計画洪水位	3-39
表 3-24	スンコシ川とロシ川での湾曲部水位上昇量	3-40
表 3-25	ボテ川での湾曲部水位上昇量	3-40
表 3-26	ロシ川の推定洗掘深(根固め工を敷設しない場合)	3-41
表 3-27	ボテ川の推定洗掘深(根固め工を敷設しない場合)	3-42
表 3-28	各河川の設計流速	3-43
表 3-29	設計流速と根固め工の規模	3-44
表 3-30	コースウェイの整備対象河川と河川特性	3-46
表 3-31	橋梁としての余裕高	3-47
表 3-32	コースウェイの路面計画	3-48
表 3-33	設計計算ケース	3-49
表 3-34	荷重の組み合わせ表	3-50
表 3-35	コースウェイ延長と地盤反力度	3-50
表 3-36	コースウェイの設計結果	3-51
表 3-37	視線誘導標及びガードブロック設置要領	3-51
表 3-38	規制案内標識の種類	3-52
表 3-39	日本及び「ネ」国政府それぞれの負担事項	3-55
表 3-40	品質管理項目表	3-57
表 3-41	主要建設資機材の調達先	3-58
表 3-42	事業実施工程表	3-60

表 3-43	日常管理と定期管理の作業内容	3-63
表 3-44	数年単位の周期的な維持管理の作業内容	3-63
表 3-45	主な維持管理項目と費用	3-67
図 1-1	過去 50 年間の道路の整備延長の推移	1-1
図 1-2	本プロジェクト道路と周辺の道路ネットワーク	1-13
図 1-3	「ネ」国の主要道路網 (H01～H06)	1-8
図 2-1	「ネ」国公共事業計画省(MOPPW)組織図	2-1
図 2-2	道路局(DOR)の組織図	2-1
図 2-3	プロジェクト事務所の組織図	2-2
図 2-4	スンコシ川支流の流域	2-13
図 2-5	「ネ」国地震分布	2-22
図 2-6	インドの耐震設計基準における地震区分図	2-22
図 2-7	交通量調査結果	2-25
図 2-8	SHM 開催箇所概略図	2-31
図 2-9	SHM 協議開催通知のサインボードの例	2-32
図 2-10	調査位置及び計器類設置位置図	2-42
図 2-11	各地区の分布状況及び概要	2-46
図 2-12	地質推定断面図	2-48
図 3-1	第三工区の 19 分割された線形検討区間位置図	3-10
図 3-2	グマウネチェーンプール地区の線形比較図	3-13
図 3-3	ムルコット地区の線形比較図	3-14
図 3-4	ラトマテ地区の線形比較図	3-15
図 3-5	スンコシ河の流況変化比較図(現在と過去)	3-16
図 3-6	CH26500 の洗掘状況	3-17
図 3-7	洪水位、洗掘および最深河床高の関係横断図	3-18
図 3-8	設計速度と区間別走行速度	3-21
図 3-9	道路敷地幅と用地取得幅	3-22
図 3-10	バラエータル崩壊地と道路計画位置(STA.3+400 付近)	3-31
図 3-11	ムルコット大崩壊地と道路計画位置(STA.15+200 付近)	3-31
図 3-12	サディ地区急峻大岩塊群・断層と道路計画位置(STA.26+700 付近)	3-32
図 3-13	再現確率 50 年の日降雨量ティーセン分割図	3-33
図 3-14	シンズリガリの降雨強度曲線	3-34
図 3-15	ネパルトックの降雨強度曲線	3-35
図 3-16	深堀比算定図	3-41
図 3-17	ロシ川の現況最大洗掘深関係横断図	3-42
図 3-18	余裕高さの取り方	3-46
図 3-19	資機材の輸送経路図	3-59
図 3-20	道路維持管理における DOR と DWIDP との協力体制の構想図	3-64

略 語 集

AASHTO	:	米国高速道路協会 (American Association of State Highways and Transportation Officials)
ADB	:	アジア開発銀行 (the Asian Development Bank)
B/D	:	基本設計 (Basic Design)
CFUG	:	ネパールの地区森林管理組合 ((Community Forest Users Group)
DBST	:	二層式瀝青表面処理舗装 (Double Bituminous Surface Treatment)
DDC	:	地方開発委員会 (District Development Committee)
DFID	:	英国の国際開発局 (Department for International Development)
DFO	:	ネパールの郡森林局 (District Forest Office)
DHM	:	水文・気象部 (Department of Hydrology and Meteorology)
DOR	:	ネパールの道路局 (Department of Roads)
DOLIDAR	:	ネパールの地方開発農業道路局 (Department of Local Infrastructure and Agricultural Roads)
DWIDP	:	ネパールの水資源省治水砂防局 (Department of Water Induced Disaster Prevention)
EIA	:	環境影響評価 (Environmental Impact Assessment)
E/N	:	交換公文 (Exchange of Notes)
EMU	:	プロジェクト事務所内の環境管理室 (Environmental Management Unit)
EPA	:	ネパール環境保護法 (Environmental Protection Act)
EPR	:	ネパール環境保護令 (Environmental Protection Rules)
FGD	:	フォーカスグループ会議 (Focus Group Discussion)
G/A	:	無償資金協力協定 (Grant Agreement)
GDP	:	国民総生産 (Gross Domestic Products)
GESU	:	ネパール道路局の自然社会環境課 (Geo-Environment and Social Unit)
GTZ	:	ドイツの国際援助機関 (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit、英訳 German Technical Cooperation)
H01～H06	:	国道1号線～国道6号線 (National Highway)
hr	:	時間の単位 (hour)
IRC	:	インド道路会議 (Indian Road Congress)
IUCN	:	国際自然保護連合 (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources)
JICA	:	独立行政法人国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency)
JIS	:	日本工業規格 (Japanese Industrial Standards)
m	:	長さ単位のメートル (meter)
m ²	:	面積の単位 (square meter)
m ³ /s	:	1秒当りの流量の単位 (cubic meter per second)
MBT	:	主境界断層 (Main Boundary Thrust)
MOPPW	:	ネパールの公共事業計画省 (Ministry of Physical Planning & Works)
NRs	:	ネパール通貨のネパール・ルピー (Nepal Rupee)

ROW	:	道路用地取得幅 (Right of Way)
RTO	:	ネパール道路局の前身の名称 (Road Transportation Organization)
Rs	:	インド通貨のルピー (Rupee)
SDC	:	スイスの国際援助機関 (Swiss Agency for Development and Cooperation)
SHM	:	ステークホルダー協議 (Stake holder meeting)
SPAPs	:	プロジェクトによって特に大きな影響を受ける住民 (Special Project Affected Persons)
STA.	:	道路の測点 (Station)
SRN	:	ネパール道路局の戦略道路網整備計画 (Master Plan for Strategic Road Network)
TCC	:	プロジェクト沿線のトラック道路建設委員会 (Track Construction Committee)
US\$:	米ドル
VDC	:	ネパールの村落開発委員会 (Village Development Committee)
WHO	:	世界保健機構 (the World Health Organization)



シンズリ道路建設計画(第三工区) 完成予想図

写真集



始点のクルコット地区中心部
両側に人家・商店が密集し、往来も賑わっている。
ラメチャップ方面との接続拠点。



STA.0+800 付近の既存歩道
スンコシ川に沿った岩盤の急峻地形で、
山ひだも複雑になっている。



STA.5 付近ネウパネタール地区
人柄は穏やかであるが灌漑施設がなく、シンズリ
道路周辺で最も貧困な村落である。



STA.9 付近グマウネチャインプール地区
周辺で最も灌漑施設が整った優良な耕作地
で、テレビ・電話は全世帯が保有している。



ムルコット大崩壊地と既存道路
スンコシ川河岸付近に大崩壊が発生しており、
既存道路はその上部を通っている。



STA.17 付近ムルコット地区
レストラン、宿泊施設、商店があり、ドリケル方面か
らの定期バスの終点となっている。



STA.21 付近ガンガテ川の渡河状況

川幅が約 60m で、雨季には鉄砲水的な洪水が頻発し、通常の渡河は困難となる。



STA.21+600 付近の既存道路

地形がほぼ平らで、沿道の人家も少なく、既存道路を拡幅改修して利用する。



STA.27 付近の岩盤急傾斜地、森林地帯及び既存歩道
スンコシ川に沿った岩盤の急峻地形で、右側斜面は良好な森林地帯となっている。



ロシ川沿いの移動状況

クルコットよりのロシ川沿いの区間。洪水時には通行不能となる。



第三工区終点

第四工区始点のネパルトック付近のバス折り返し地点。ドリケル方面から毎日多数のバスが往復している。



バス運行状況

第四工区を走行しているバスの乗車状況。混雑時には屋根の上にも多数の乗員がある。

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1.1 当該セクターの現状と課題

1.1.1 現状と課題

(1) 運輸交通セクター

ネパール連邦民主共和国（以下「ネ」国と称する）の運輸交通セクターは、道路、航空、鉄道、ロープウェイ、人力・牛馬、河川利用と 6 種類に分類される。航空は、カトマンズ国際空港の他に 10 箇所の地方空港があり、運輸システムの一部を担う。鉄道はテライ平野のジャナカプール～ジャイナガールで僅かに利用されているのみである。ロープウェイは、フランスらの援助によりカトマンズ～ヘタウダ間約 42km が 1964 年に運用された。しかし 2001 年から維持ができなくなり運行を中止している。人力・牛馬による輸送は道路網の未整備な山岳地域では現在も継続されている。河川を利用する交通は未発達である。このような状況から、「ネ」国においては、道路交通が最も重要な位置を占めると共に、実際多く利用されている状況にある。

(2) 道路サブセクター

「ネ」国における道路整備は 1924 年より開始され、1970 年代まではインド、中国、米国、英国、旧ソ連の援助により道路整備が実施された。1980 年代以降は、世銀、ADB 等の国際金融機関並びに日本、スイス、独国が援助を開始し、図 1-1 に示すとおり道路の整備延長が飛躍的に伸びている。

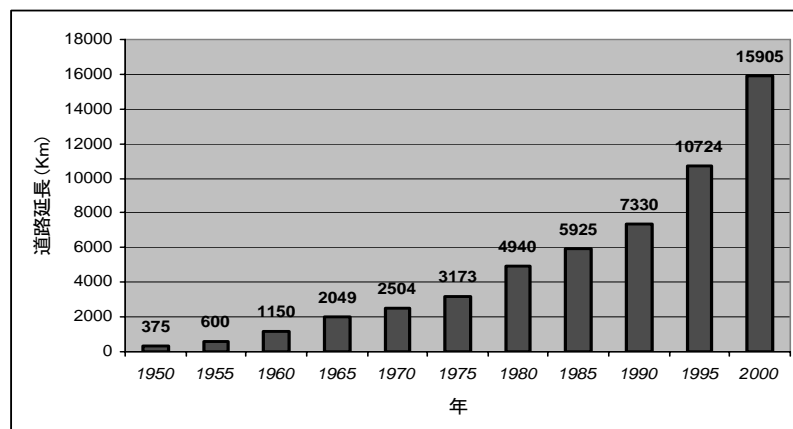


図 1-1 過去 50 年間の道路の整備延長の推移

出典：Master Plan for Strategic Road Network, Dec. 2005, DOR, Nepal

しかしながら、2005 年 12 月現在、全国 75 郡のうち 12 郡では道路が全く無く、さらに 15 郡の郡庁が道路網に結ばれておらず、道路整備はいまだ進展途上にある。特に、シンズリ道路沿線の「ネ」国東部では全天候型の道路がないことから、100 万人を超える住民が道路整備の恩恵による社会経済の発展から取り残されている。また、未舗装道路が全体の約 70%を占めているように道路の

サービス水準は低く、全体的に土砂災害に弱い道路である。このため、国家開発計画の達成と国家経済的な見地から輸送費の軽減を計る上で、既存道路網の改善と進展は「ネ」国の重要な課題である。さらに近年では急速に進展する道路網の維持が課題となってきた。

「ネ」国の道路は、行政上の区分として国道（National Highway）、フィーダー道路（Feeder Road）、都市内道路、地方道路と村落道路の5種類に分けられる。このうち公共事業計画省（Ministry of Physical Planning & Works。以下「MOPPW」と称する）の道路局（Department of Roads。以下「DOR」と称する）が管轄している戦略道路網整備は、全国道路網の骨格となる15路線の国道と51路線のフィーダー道路が対象である。

対象地域の既存道路網の問題点の一つとして、首都カトマンズと南部テライ平原やインドを結ぶ幹線道路が1本しかないことがあげられる。1993年7月の豪雨における土砂災害ではカトマンズが20日間孤立し、石油や生鮮食品等といった市民生活に必要な物資の輸送が遮断される事態が生じている。雨季の不安定な物資輸送の現状は、首都への物資供給の不確実性につながり、それが市民生活を不安定化させ、暴動や政治不安の誘因ともなっている。

1.1.2 開発計画

(1) 上位計画との関連

「ネ」国政府は、国家開発計画として1956年に第1次5箇年計画を策定し、現在では暫定3箇年計画（2007年7月～2010年7月）のもとに国家整備が進められている。現行の暫定3箇年計画ではGDP成長率7.5%以上、貧困層15%以下、失業率3.3%以下を目標としている。また、その後の第11次計画ではGDP成長率8.3%以上、貧困層10%以下、失業率3.0%以下を国家の長期目標としている。

DORは上記の国家目標を念頭に、「ネ」国全土を対象とした今後の計画期間20年間の戦略道路網整備計画（Master Plan for Strategic Road Network。以下「SRN」と称する）を2005年12月に公表した。

この中で、DORは「効果的、効率的、安全かつ信頼性のある戦略道路を連結することで、人々のより良い生活を目指す」（“To Contribute Towards the Betterment of Living Conditions of the People through Effective, Efficient, Safe and Reliable Strategic Road Connectivity”）こととし、次の8目標を挙げている。

- i) 道路網を効果的、効率的に維持管理する（資産管理）。
- ii) 社会的、経済的、行政上必要な連携強化のため、全ての郡庁へのアクセスを可能にする。
- iii) 安全で、信頼性があり、かつ経済的な移動のために郡庁への既存のアクセスを改良する。
- iv) 中部丘陵地域とテライ地域におけるアクセスを改善し、貧困撲滅プログラムを補完出来る道路開発を行う。

- v) 効率的、効果的な商品とサービスの移動及び経済発展を促進するため既存の戦略道路網を整備するとともに延伸する。
- vi) 革新的な舗装設計と橋梁設計を導入することで、経済的な対応策を開発及び適用する。
- vii) 他の社会基盤開発を支援できる、あるいは有意義で社会的・経済的に重要な地域を接合するような道路整備を行う。
- viii) 道路の開発、維持管理の分野に、民間セクター参入を促進する。

本プロジェクトは、上記 iii)、iv)、v) 及び vii) に該当する事業である。そして、戦略道路網のうち最重要路線に該当する具体的な道路プロジェクトのリストの上位に掲げられ、「ネ」国でも人口密度の高い東部テライ地域と首都カトマンズを結ぶ国道 6 号線 (H06) とされている。また、シンズリ道路のうち、完成したドリケル～ネパルトック間の第四工区と、本プロジェクトのクルコット～ネパルトック間の第三工区は、中部丘陵東西ハイウェイ (Mid-Hill East West Highway) 構想の一部を構成している。その整備が上記 iv) に該当する道路にも含まれている。さらに、ADB が援助するクルコット～マンタリ間の整備により、アルニコハイウェイ (アジアハイウェイ 42 号線、H03) 上のチャリコットとクルコットを繋ぐネットワークが完成する。これにより、ジャナカプール州北部地域からの SRN へのアクセスを大幅に改善するプログラムにも含まれている。これらの関連からシンズリ道路は、新設道路建設計画の総延長の約 10% を占めている。図 1-2 に本プロジェクト道路と周辺の道路ネットワークを示す。



図 1-2 本プロジェクト道路と周辺の道路ネットワーク

出典：Master Plan for Strategic Road Network, December 2005, DOR, Nepal

(2) 関連開発計画

1) カトマンズ～テライ間直結道路 (Fast Track between Kathmandu and Hetauda)

ADB によるフィージビリティ調査が 2007 年 5 月に開始され、2008 年 3 月ドラフト・ファイナル・レポートが提出された。トンネル 4 本 (計 1.4km) を含

む、設計速度 50-80km/h、4 車線（暫定 2 車線）全延長 82km の路線、約 700 百万米ドル（暫定 2 車線）の事業費が提案されている。

2) クルコットのスンコシ川架橋（Bridge Over River Sunkoshi located at Khurkot）

ADB の援助により DOR が施主となり、クルコットから分岐する 3 路線の始点となる橋梁(100m、1 車線トラス橋)建設事業で、現在詳細設計を実施中。

1.1.3 社会経済状況

「ネ」国の 2004/05 年政府中央統計局推計によると総人口が 2,530 万人で、そのうち首都圏を含むカトマンズ盆地に 176 万人が生活している。2005/06 年度の GDP は約 80 億米ドル（「ネ」国政府中央統計局）で、2004/05 年度の一人当たり GDP は約 294 米ドル（同上）である。

主要産業は農業を主体とする第 1 次産業で GDP の約 40%、就業人口の約 80% を占める。工業に代表される第 2 次産業が GDP の 20%、観光業をはじめとする第 3 次産業が残りの 40% を占める。農業は南部のテライ平野が中心で、米、トウモロコシ、小麦、砂糖キビ、根菜、牛乳を産している。

通貨はネパール・ルピー（NRs）で、換算レートは長年にわたりインド・ルピー（Rs）に対して $1 \text{ Rs} = 1.6 \text{ NRs}$ に固定されてきた。主要輸出品はカーペットと既製服で、主要輸出先はインド、米国及び独国で年間輸出総額は約 8 億米ドルである。主要輸入品は金、機械製品（車両を含む）、重機、石油製品、化学肥料等で、主要輸入先はインド、アラブ首長国、中国、サウジアラビア、シンガポールであり、年間輸入総額は約 20 億米ドルである。就労機会に乏しい「ネ」国では出稼ぎ送金が貴重であり、グルカ兵が英国とインドから送金する年間総額は約 5,000 万米ドル、湾岸諸国やマレーシアを含めた約 70 万人の「ネ」国人の出稼ぎ送金総額は、年間約 10 億米ドルに達する。なお、「ネ」国の政府予算は年間約 11 億 5,000 万米ドルである。

1.2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

シンズリ道路は、テライ平原を東西に横断する東西ハイウェイ上のバルデバスとカトマンズの東方 31km に位置するアルニコハイウェイ上のドリケル間を総延長約 160km で結ぶ道路である。本道路は 1986 年に実施されたフィージビリティ調査の結果、四区間（南側より、第一工区（バルデバスーシンズリバザール間 37km）、第二工区（シンズリバザールークルコット間 39km）、第三工区（クルコットーネパルトック 32km）、第四工区（ネパルトックードリケル間 50km））が設定された。

シンズリ道路整備事業は、上記のフィージビリティ調査に始まり、1993 年のアフターケア調査を経て、1996 年の第一工区から建設を開始し、1998 年からの第四工区、そして、2001 年からの第二工区の工事を実施し、現在、第二工区（3/3 期）の工事が 2009 年 3 月完工の予定で進められている。

最初は無償資金協力で建設された第一工区の構造物（9 橋と 17 箇所のコーズウェイ）は、現在まで DOR の良好な維持管理により機能を十分果たしている。「ネ」国資金で整備した第一工区（道路区間）も DOR による排水施設や路盤・路面等の改良が加えられ、

快適性が増し交通量が増えてきている。次に完成された第四工区については、バイクや路線バス等の交通量が増加していることに加え、それまで家庭で消費していたミルクの生産量を増やし、鮮度を保持した状態で毎日市場に出荷することが可能になり、安定した収入源になっているなど地域住民に大きく貢献している。第二工区（1/3期、2/3期）については、シンズリバザールから約23km区間が一般供用されており、定期的なバザールの開催、地域特産の果樹（ジュナール）の出荷等で大いに賑わっている。このため、「ネ」国政府と本プロジェクト周辺の地域住民から、早期全線開通が切望されている。

こうした状況のもと、「ネ」国政府は、2001年3月にシンズリ道路のほぼ中間で未着手となっている第三工区の建設について、我が国に無償資金協力を要請した。

「ネ」国政府の要請に対し、我が国は、「ネ」国側が実施予定であったEIA調査を支援する「シンズリ道路（第三工区）EIA支援プロジェクト形成調査（基礎調査）」の一環として「EIA実施コンサルタント」を支援する専門家派遣と同時に、「測量・図化」支援を2005年1月から実施した。これらの支援により、DORは2004年11月からEIAを実施し、その報告書は2006年5月に「ネ」国政府から承認された。その後、我が国に提出されたEIA報告書に対して2006年10月にJICA環境社会配慮審査会（以下「審査会」と称する）が開催された。その結果、審査会より出された答申内容を踏まえて、予備調査団を2007年2月に「ネ」国に派遣し、本プロジェクト内容の確認等について協議を行った。また、実施規模および環境に与える影響を考慮し、DORによるプロジェクトの実施および移転に係わる住民との基本合意形成を支援した。さらに、技術的検討を加えた道路線形（案）が策定され、同年11月に審査会に追加EIA調査結果が報告された。予備調査団は、基本設計調査において、最終道路線形の確定はDOR開催の住民説明会で合意されることと、DOR実施のEIA更新のための補完環境調査の支援が必要であることを提案した。

なお、当初要請での対象区間は、第三工区の32.9kmであった。しかしながら、平成17年度に行われた第二工区3/3期の建設工事入札時に、その約6年前に積算された概算事業費が、資材・労務単価等の物価上昇により、E/N額を大幅に超えることが予想された。このため、入札前に積算単価を見直し、対応を検討した結果、E/N額を超える金額に相当する区間（STA.35+800～STA.39+700（第二工区終点）間3.9km）が削減され、事業が実施された。しかしながら、シンズリ道路の全線開通には第二工区の残り区間3.9kmの整備完了が不可欠であるため、予備調査を通じて、「ネ」国側と確認を行い、本プロジェクトの最終的な道路延長は、第二工区の残り区間3.9kmを加えて36.8kmとして、基本設計を実施した。

1.3 我が国の援助動向

1986年以降に我が国が実施した「ネ」国運輸交通分野に対する技術協力実績を表1-1に、無償資金協力実績を表1-2に示す。

表 1-1 我が国技術協力実績(運輸交通分野)

協力内容	実施年度	案件名	概要
開発調査	1986年～1987年	シンズリ道路建設計画調査	シンズリ道路建設計画に係るフィージビリティ調査
開発調査	1992年～1993年	シンズリ道路建設計画アフターケア調査	フィージビリティ調査の見直し、実現性の高い整備計画及び実施計画の策定
プロジェクト形成調査	2005年	シンズリ道路 EIA 支援プロジェクト形成調査(基礎調査)	DORによるEIAの側面支援、測量
プロジェクト形成調査	2006年	シンズリ道路建設計画(第三工区)補完調査	上記基礎調査の補完
プロジェクト形成調査	2006年～2007年	シンズリ道路建設計画(第三工区)予備調査	DORによる本プロジェクト実施及び移転に係わる住民との基本合意形成の支援及び道路線形(案)の策定

出典：調査団

表 1-2 我が国無償資金協力実績(運輸交通分野)

実施年度	案件名	供与限度額(億円)	概要
1990年	カトマンズ市内橋梁架け替え計画	8.74	カロプル、ビシヌマティ川橋、ドビ川橋他の全6橋梁の建設
1992年～1993年	カトマンズ市内橋梁架け替え計画第2期	9.30	サンカモル橋他の建設
1994年～1995年	新バグマティ橋建設計画	12.41	タバタリ(カトマンズ)とコブンドール(パタン)間のバグマティ橋(137.9m)建設と交差点2ヶ所の改良
1995年～1997年	シンズリ道路建設計画(第一工区)	21.87	バルデバス～シンズリバザール間の9ヶ所の橋梁と17ヶ所のコースウェイ建設
1997年～2001年	シンズリ道路建設計画(第四工区)	67.91	ネバルトック～ドリケル間51kmの建設
2000年～2007年	シンズリ道路建設計画(第二工区)	83.44	シンズリバザール～クルコット間39kmの建設
2001年～2002年	カトマンズ交差点改良計画	10.39	ケシャマハル、マイティガール、コテスウォール、ティンクネ他の全10ヶ所のカトマンズ市内の交差点改良
2003年	シンズリ道路第四工区緊急復旧計画	4.34	2002年7月の豪雨で被災した12ヶ所(総延長1.6km)の復旧工事
2008年～2010年	カトマンズーバクタプール間道路改修計画	26.89	カトマンズーバクタプール間延長約9.1kmと橋梁2箇所(片側2車線の上下4車線化)

出典：調査団

1.4 他ドナーの援助動向

「ネ」国 MOPPW の DOR が策定した SRN の中で重要度の高い主要 6 路線 (H01～H06) について、他ドナーの援助状況を表 1-3 に、整備状況と援助国の関係を表 1-4 に示す。また、各主要道路の位置を図 1-3 に示す。

表 1-3 他ドナー国・国際機関による援助実績 (運輸交通分野)

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
1995 年～1997 年	スイス (SDC: スイス開発協力機構)	アルニコハイウェイ維持補修事業 (ドリケル-ドラルガート)	不明	無償	H03 (アルニコハイウェイ) のうちの 20km の維持補修
1998 年～1999 年	スイス (SDC)	アルニコハイウェイ維持補修事業 (ドラルガート-バラビセ)	不明	無償	H03 (アルニコハイウェイ) のうち 56km の維持補修
1999 年～2001 年	スイス (SDC)	アルニコハイウェイの維持補修事業 (スルヤビナヤク-ドリケル及びバルベン-コダリ)	6,000 千米ドル	無償	H03 (アルニコハイウェイ) のうちの 42km の維持補修
1996 年～完成年不明	独国 (GTZ: ドイツ技術協力機関)	トリブバンハイウェイ改修 (バインセ-ナウビセ、ナウビセ-ナグドゥンガ)	不明	無償	H02 (トリブバンハイウェイ) のうちの 114km の改修
1997 年～現在	世界銀行	道路補修・改良事業	不明	有償	H01 のコハルプール-パンバサ、H02 のバインセ-ナウビセ-ナグドゥンガ、H04 のムグリン-ポカラ、H05 のナラヤンガート-ムグリン区間他の主要道路の改修
1998 年～完成年不明	英国 (DFID: 国際開発省)	マヘンドラハイウェイ改修 (カカルビッタ-バルバリ)	不明	無償	H01 (マヘンドラハイウェイ) のうちの 73km の改修
2005 年～現在	アジア開発銀行	マヘンドラハイウェイ道路維持補修	17,000 千米ドル	有償	H01 のバルバリ-チャウラハワ区間 140km の維持補修

出典：調査団

表 1-4 「ネ」国の主要道路の整備状況と援助国

道路番号	実施年度	機関名	案件名	援助形態	概要
H01	1967-1974 1967-1972 1973-1982 1969-1972 1973-1985	インド 旧ソ連 米国 英国 インド	マヘンドラハイウェイ (アジアハイウェイ 2 号線) 建設	ADB 以外は無償	「ネ」国南部テライ平原で東端ジャバのインド国境から西端ガダチョッキのインド国境に至る 1,028km の 2 車線道路。
H02	1953-1956 1958-1967	インド 米国	トリブバンハイウェイ	無償	カトマンズと南部のテライ平原を結ぶ延長 160km の 2 車線道路。
H03	1963-1972 1995-2001*	中国 スイス	アルニコハイウェイ (アジアハイウェイ 42 号線) 建設	無償	カトマンズから中国国境のコダリに至る 113km の 2 車線道路。 維持補修*はスイス援助。
H04	1967-1974	中国	プリチビハイウェイ	無償	ナウビセ～ムグリン～ポカラの延長 174km の 2 車線道路。
H05	1978-1982	中国	ナラヤンガート-ムグリン道路	無償	36km の 2 車線道路
H06	1996-継続中 1967-1974	日本 インド	シンズリ道路 (ドリケル-バルデバス) ダルケルパール-ビタモッド	無償	我が国無償資金協力事業のシンズリ道路 (ドリケル～バルデバス間の総延長約 160km) インド援助はダルケルパールから南下しインド国境までの 43km

出典：調査団

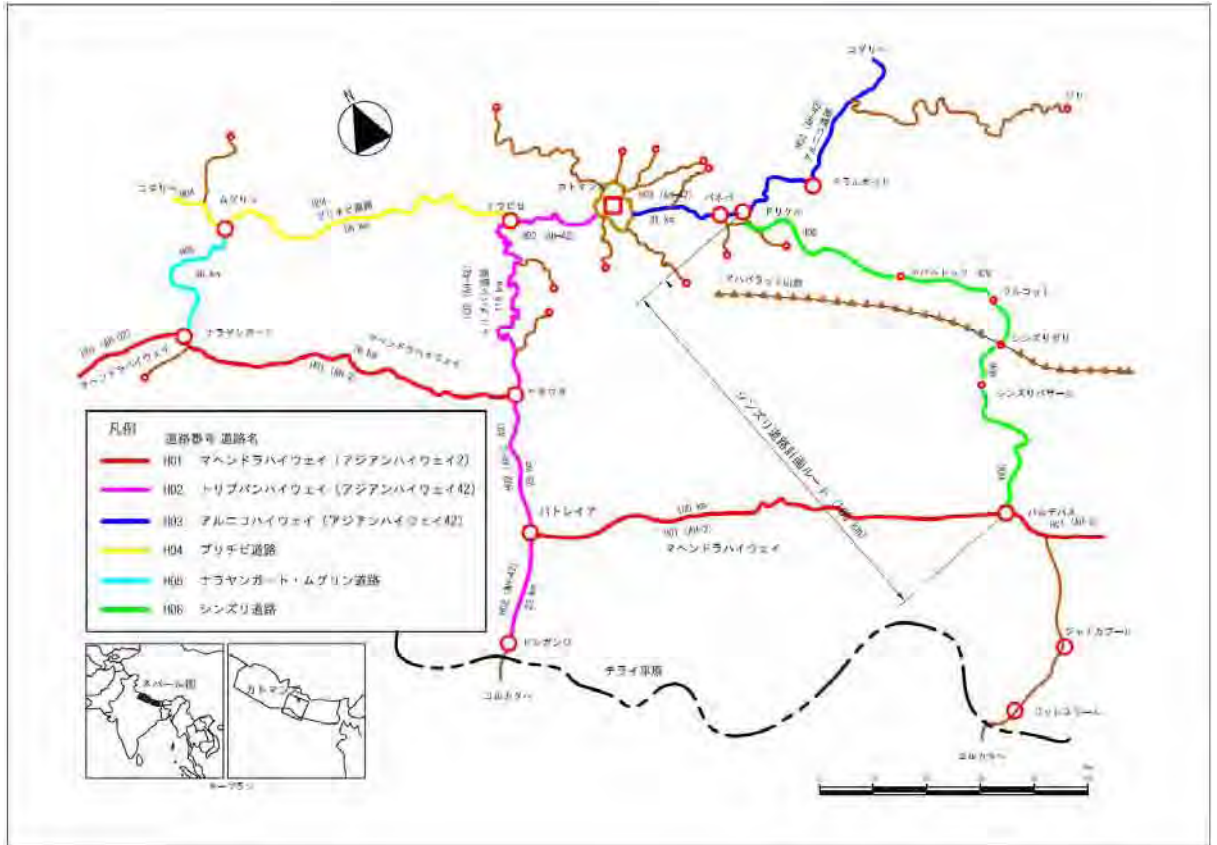


図 1-3 「ネ」国の主要道路網(H01~H06)

出典：調査団

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2.1 プロジェクトの実施体制

2.1.1 組織・人員

(1) 実施機関

本プロジェクトの主管官庁は MOPPW であり、実施機関は MOPPW に所属する組織の DOR である。MOPPW は「ネ」国内の水道・衛生、外国支援・品質管理、建築、交通施設建設、計画・監視・評価部門の 5 局と業務局で構成される。MOPPW は図 2-1 に示すとおり、大臣とその下の次官が全部門を統括する。2008 年 5 月時点で確認したところ、各部門の長には局長が配された総勢 141 名の組織である。本プロジェクトでは外国支援・品質管理局の外国支援課が窓口となる。

DOR は、局長のもとに外国支援部、計画・設計部、維持管理部、機械部、管理部他からなる総勢 2,610 人が在籍する組織である。この規模はここ数年ほぼ同数である。DOR の組織を図 2-2 に示す。

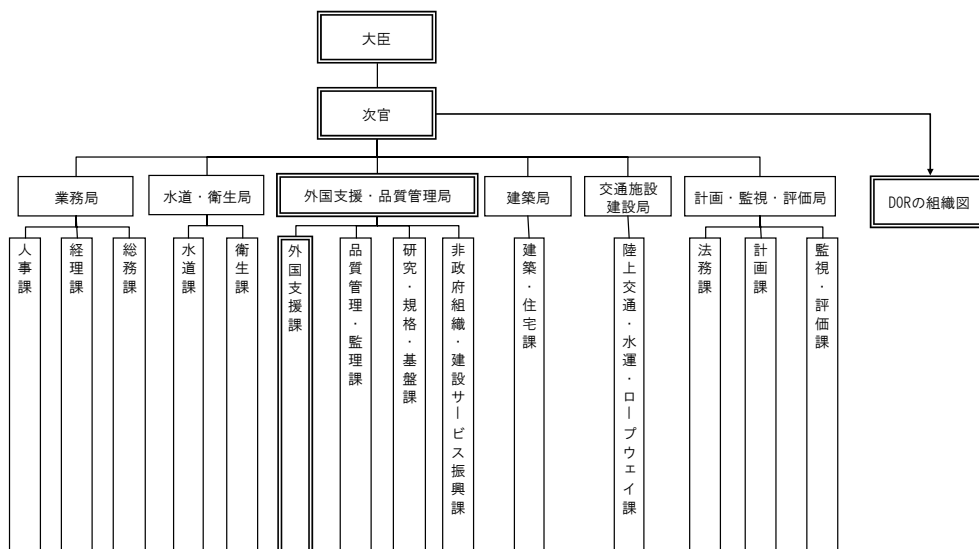


図 2-1 「ネ」国公共事業計画省(MOPPW)組織図

出典：調査団

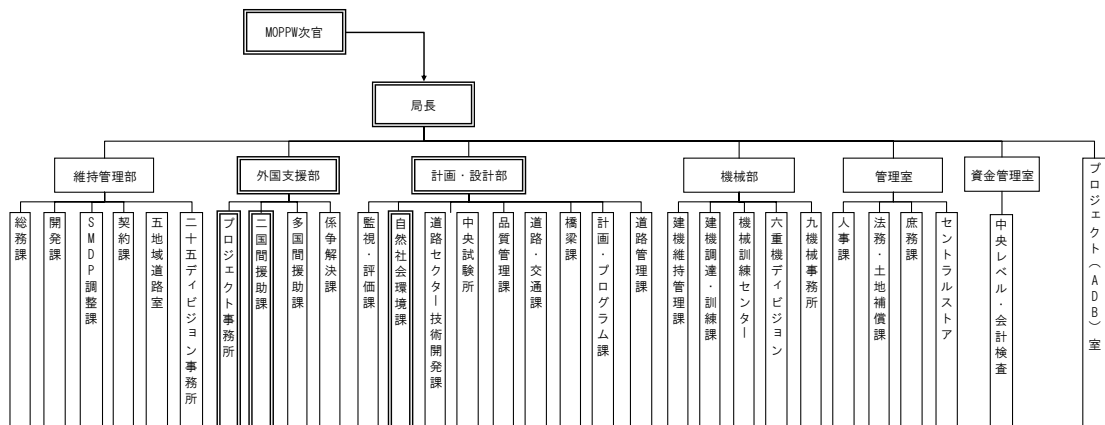


図 2-2 道路局(DOR)の組織図

出典：調査団

(2) プロジェクト事務所

実務を担当するプロジェクト事務所は、1996年のシンズリ道路（第一工区）の建設開始とともに設置されており、カトマンズの中央事務所およびその下部組織としてバルデバス管理事務所（第一工区側）、バネパ管理事務所（第四工区側）とシンズリバザール管理事務所（第二工区側）で構成されている。

各プロジェクト事務所の人員は、プロジェクト・マネージャー（PM）を長として上級技術者 1 名、現場監督員 3 名、車両等オペレータその他 77 名の合計 82 名である。プロジェクト事務所の組織を図 2-3 に示す。なお、工事中の環境モニタリングは PM の下に組織を設置し、DOR 内の自然社会環境課の監視・指導の下で実施する予定である。

また、第一工区及び第四工区の工事で我が国無償資金協力により調達された機械機械が、維持管理用として効率的に各管理事務所で稼働していることが確認された。

以上のことより、組織的にも人的にも問題はない実施体制となっている。

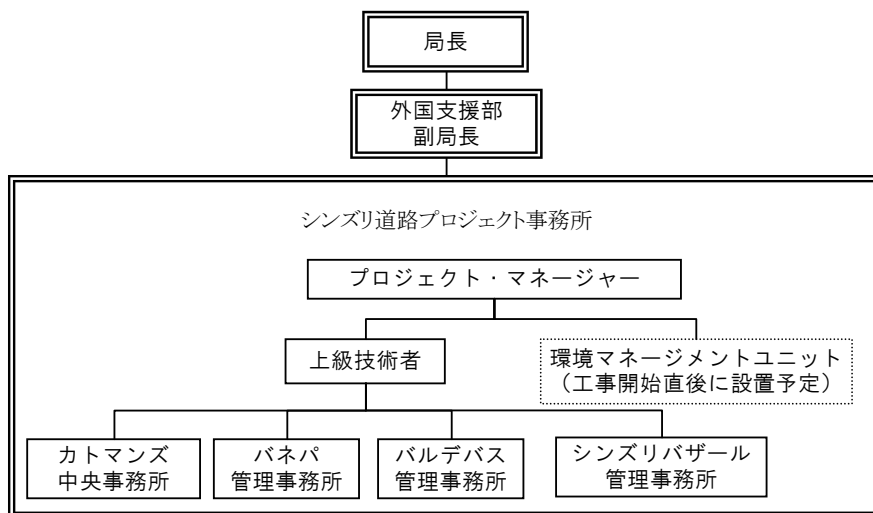


図 2-3 プロジェクト事務所の組織図

出典：調査団

2.1.2 財政・予算

(1) 国家及び DOR

「ネ」国政府の国家予算は、2007/08 年度で約 1,690 億ネパール・ルピーとなっており、03/04 年度と比べ 189% の伸びで近年急速に増加している。内訳は毎年ほぼ同様に約 60% が経常支出、約 28% が資本支出、残り約 12% が元金返済に充てられ、財政収支は毎年赤字傾向である。国家予算のうち道路部門への配分は約 5% 前後であり、10 年前と比べ 3 ポイント減少している。また道路予算の財源は、60% 以上が国際援助機関や諸外国の援助ローン資金に依存している。道路予算の内訳は、開発部門に約 95% が割り当てられているが、日常保守管理への配分は必ずしも十分でない。このため、「ネ」政府は、道路の日常保守管

理への予算を確保するため、2002年に制定されたロード・ボード法（Road Board Act）の下にロード・ボード・ネパール（Road Board Nepal）を設立し、道路通行料金の徴収、日常維持管理予算執行のモニタリングを実施している。しかしながら、1年から数年周期で実施する定期維持管理の予算は確保できておらず、また、DOR や地方開発農業道路局（Department of Local Infrastructure and Agricultural Roads、以下「DOLIDAR」と称する。）への予算配分やそのモニタリング活動などは実施されていないなど、まだ機能を十分に発揮するまでには至っていない状況と見られる。

道路の新規建設と維持管理に係わる予算と支出の状況については、年度によって災害等への対処で大きく変動するが、概ね妥当な予算額と確実な支出額で推移しており、DOR 管轄の道路総延長 4,794km でのキロメートル当たりの年間維持管理費は平均で約 600,000 ネパール・ルピー（約 100 万円）であり、今後同程度で推移すると推察される。

「ネ」国の過去 5 年間の国家予算を表 2-1 に、道路部門への予算配分と内訳を表 2-2、DOR の建設・維持管理予算額と支出額の要約を表 2-3 に示す。

表 2-1 「ネ」国政府の国家予算の過去 5 年間の推移

(単位:百万 NRs)

会計年度	03/04	04/05	05/06	06/07(1)	07/08(2)
歳出	89,442.6	102,560.5	110,889.2	131,851.0	168,995.6
歳入	73,614.4	84,513.9	86,109.6	102,081.5	131,127.3
国内収入	62,331.0	70,122.7	72,282.1	86,135.5	103,667.3
外国援助	11,283.4	14,391.2	13,827.5	15,946.0	27,460.9
予算過不足	-15,828.2	-18,045.5	-24,779.6	-29,769.5	-37,867.4
外国ローン	7,629.0	9,266.1	8,214.3	10,331.0	17,367.4
国内ローン	5,607.8	8,938.1	11,834.2	17,900.0	20,500.0
財政収支	-2,591.4	157.7	-4,731.1	-1,538.5	0

(1)予算(見直し) (2)予算(当初)

出典: Ministry of Finance のウェブサイトより入手

表 2-2 道路部門への予算配分と内訳の過去 5 年間の推移

(単位:百万 NRs)

会計年度	03/04		04/05		05/06		06/07		07/08	
国家予算	89,442.6	100.0%	102,560.5	100.0%	110,889.2	100.0%	131,851.0	100.0%	168,995.6	100.0%
道路局予算	4,201.6	4.7%	4,413.3	4.3%	4,407.3	4.0%	6,511.1	4.9%	8,836.8	5.2%
内訳		100.0%		100.0%		100.0%		100.0%		100.0%
開発	3,989.4	94.9%	4,194.4	95.0%	4,171.3	94.6%	6,254.0	96.1%	8,527.0	96.5%
ハイウェイ	1,518.6	36.1%	911.1	20.6%	937.2	21.3%	964.2	14.8%	1,381.5	15.6%
フィーダー道路	626.6	14.9%	568.6	12.9%	396.8	9.0%	891.7	13.7%	2,776.0	31.4%
都市道路	73.9	1.8%	287.8	6.5%	179.5	4.1%	315.0	4.8%	380.0	4.3%
道路改良・修繕	1,206.7	28.7%	1,855.7	42.0%	2,194.4	49.8%	3,309.4	50.8%	3,089.5	35.0%
橋梁建設	374.3	8.9%	535.4	12.1%	412.2	9.4%	700.7	10.8%	785.0	8.9%
その他	189.3	4.5%	35.8	0.8%	51.2	1.2%	73.0	1.1%	115.0	1.3%
一般	212.2	5.1%	218.9	5.0%	236.0	5.4%	257.1	3.9%	309.8	3.5%
道路局経費	191.0	4.5%	201.5	4.6%	236.0	5.4%	257.1	3.9%	309.8	3.5%
保守管理	21.2	0.5%	17.4	0.4%	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0	0.0%

出典: Ministry of Finance のウェブサイトより入手

表 2-3 DOR 予算の建設・維持管理予算と支出の要約

(単位：百万 NRs)

会計年度	区分	新規建設費	維持管理費	合計
1996/97	予算	1,660.9	2,904.7	4,565.6
	支出	1,946.1	3,033.3	4,979.4
1997/98	予算	1,742.3	2,906.0	4,648.3
	支出	1,879.4	3,111.3	4,990.7
1998/99	予算	1,748.3	3,388.2	5,136.5
	支出	1,427.0	3,244.7	4,671.7
1999/00	予算	2,034.6	2,737.0	4,771.6
	支出	1,966.4	2,353.2	4,319.6
2000/01	予算	3,223.8	1,919.0	5,142.8
	支出	3,085.4	1,592.7	4,678.1

出典：DOR

(2) プロジェクト事務所

プロジェクト事務所の諸費用は、第一工区の用地取得の 1996/97 年当時から発生しており、建設前では用地取得と家屋補償、建設後では維持管理及び中規模な改良・修繕工事を実施している。しかし、「ネ」国における地すべりや崩壊の災害発生の時期は毎年 7 月～10 月がほとんどであり、大きな災害が発生した場合には、「ネ」国の当該年度（予算執行期間 7 月中旬～翌年 7 月中旬）で予算が計上されないため十分な額が確保されず、たとえ確保されても工事の発注は翌年の雨期直前となって、緊急事態の場合の対応には大きな問題が生じている。表 2-4 にプロジェクト事務所の予算額・支出額の過去 5 年間の推移を示す。また、日本からの見返り資金による、砂利道から二層式瀝青表面処理舗装（Double Bituminous Surface Treatment、以下「DBST」と称する）の路面改良工事の実績は表 2-5 のとおりである。

表 2-4 プロジェクト事務所の予算額・支出額の過去 5 年間の推移

(単位：千 NRs)

会計年度	区分	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07
維持修繕費	予算	17,850.0	6,700.0	30,500.0	39,430.0	53,000.0
	支出	13,200.9	6,501.0	29,803.7	23,692.0	48,841.5
補償費	予算	3,500.0	4,370.0	5,000.0	1,500.0	120.0
	支出	3,500.0	4,301.2	2,041.7	801.2	119.1
その他経費	予算	13,379.0	7,230.0	8,000.0	8,070.0	7,325.0
	支出	11,445.0	6,968.9	6,141.3	7,494.3	6,220.3
合計	予算	34,729.0	18,300.0	43,500.0	49,000.0	60,445.0
	支出	28,145.9	17,771.1	37,986.7	31,987.5	55,180.9

出典：DOR シンズリ道路プロジェクト事務所

表 2-5 見返り資金による路面改良工事の実績

(単位：千 NRs)

会計年度	予算	支出	内容（工区、延長、面積）
2004/05	20,000	19,405	第四工区,10km,62,963m ²
2005/06	30,000	14,585	第一工区,5km, 27,775m ²
2006/07	50,000	45,842	第一工区,6km, 59,030m ²

出典：DOR シンズリ道路プロジェクト事務所

2.1.3 技術水準

DOR では、大学卒以上の公務員（Gazetted Employee）と大学卒以外の公務員に区分され、技術系職員、事務・法務系職員、技能職員およびサポーティングスタッフで構成されている。

総職員数 2,610 人のうち道路技術系職員は 695 名おり、「ネ」国の行政組織のなかでも 1970 年から長い歴史を持っている。表 2-6 に DOR 職員の内訳を示す。

DOR では定期的な道路維持管理を行うために必要な技術と機材を十分に有している。また、実務を担当するプロジェクト事務所においては、第一工区建設当時から現在まで経験豊富な現場監督員とスタッフを現場事務所に配置し、道路の保守点検と維持管理および修繕工事や災害への緊急対応も適時遂行してきており、年間を通じて交通の確保に努力しており確実な成果を上げている。それに加え、日本から過去に無償資金協力により調達された機材等も、常時使用できるように十分な点検・整備が行われており、良好な状態であることを確認した。

以上の状況から、DOR は本プロジェクトを運営・維持管理する上で十分な技術水準を有していると考えられる。

表 2-6 DOR 職員内訳

区分	職種	人数
大学卒以上 (Gazetted Employee)	道路系	267
	機械系	47
	事務・法務系	33
	計	347
大学卒以外 (None Gazetted Employee)	道路系	428
	機械系	873
	事務系その他	962
	計	2,263
合計	道路系	695
	その他	1,915
	合計	2,610

出典：DOR

2.1.4 既存施設

(1) 対象道路の沿線状況

沿道周辺の主な集落としては、始点側から順に、クルコット（Khurkot）、ネウパネタール（Neupanetar）、カルテチャインプール（Khalte Chainpur）、シタルパティ（Shitalpati）、グマウネチャインプール（Ghumaune Chainpur）、ティンコープレ（Tinkhopre）、リッテ（Riththe）、ムルコット（Mulkot）、ブルコット（Bhulkot）、ラムタール（Ramtar）、ラトマテ（Ratmate）、カハレトール（Khaharetol）、ガジュリダハ（Gajulidaha）、ネパルトック（Nepalthok）がある。それぞれの集落は、ほとんどが農家である。このため、灌漑施設が多く存在している。また、集落の中に規模は異なるがマーケットがあり、それが中心となって歩道があり古く

からの街道の様相を呈している。対象路線の周辺土地利用状況等は表 2-7 に示すとおりである。

なお、既存道路として、通称、「RTO 道路」と「トラック道路」と区分して呼ばれているものがある。「RTO 道路」とは、約 40 年前の DOR の前身である Road Transportation Organization、以下「RTO」と称する）が造成した道路である。特に車道を意識したものではなく、街道として整備した意味合いが強い道路で、プロジェクト区域の全線に存在している。一方「トラック道路」とは、バスや生活物資運搬のジープ等の通行のために、地域の住民がトラック道路建設委員会（Track Construction Committee、以下「TCC」と称する）を組織して、ほぼ RTO 道路に沿って造成した道路である。その幅員は 3~4m、切土のり面と道路の路面は無処理のままである。この道路は、始点のクルコット側は第二工区区間内を入れて約 3km、終点のネパルトック側からはネウパネタールまで約 26km の区間に設けられている。

表 2-7 道路沿線の土地利用状況

道路区間	対象道路の周辺状況
STA.0+000~STA.3+700 (約 3.7km)	スンコシ川沿いの急斜面の山地であり、歩道の街道があるだけである。
STA.3+700~STA.6+600 (約 2.9km)	丘陵地帯でネウパネタール、カルテチャインプール、シタルパティの集落が連続している。現時点では STA.5+300 からネパルトックまで車両通行可能な道路がある。パネパまで路線バスが通行している。
STA.6+600~STA.12+200 (約 5.6km)	スンコシ川沿いの山地部である。途中に有用な耕作地と集落があるグマウネチャインプールがあるが、対象道路ではこれらを避けている。
STA.12+200~STA.17+000 (約 4.8km)	山地部で一部地すべり地帯が多く存在している。なお、現在進行中の大崩壊部があるが、対象道路ではこれを避けている。
STA.17+000~STA.26+100 (約 9.1km)	ムルコット、ブルコット、ラムタール、ラトマテ、カハレトールの集落を通過する山裾耕作地区間である。マーケットの集落部以外は、ほぼ既存道路を拡幅して本プロジェクトに利用する。
STA.26+100~STA.27+200 (約 1.1km)	本対象路線で最も急峻な区間である。歩道はあるが急峻で危険なため別の道に迂回して通行している。
STA.27+200~STA.31+700 (約 4.5km)	スンコシ川沿いの山地部で、集落はガジュリダハに集中している他、家屋が散在している。
STA.31+700~ネパルトック (約 1.8km)	過去は私有地の田畑であったが、ロシ川の氾濫で洗掘され、現在は河川敷である。山側は崩壊性の山地である。
第二工区 STA.35+800~STA.39+700 (約 3.9km)	第二工区の 3/3 期の終点から第二工区設計終点までの区間であり、クルコット集落を避けた道路計画となっている。クルコット集落付近には、ほぼ対象道路の用地幅内に DOR が切り開いた車両通行可能な道路がある。

出典：調査団

1) STA. 0+000～STA. 3+700

全区間にわたりスンコシ川右岸の急傾斜面が連続している。山地部なので支障物件は何もないが、STA.3+300の川岸に現在進行中の岩盤崩壊が発生している。RTO道路はこの崩壊よりかなり上部に位置し、通行人は多い（写真 2-1）。



写真 2-1 RTO 道路の往来状況

2) STA. 3+700～STA. 6+600

スンコシ川右岸の斜面に沿う RTO 道路を歩いてニグリ川手前まで来ると、家屋が点在する。川幅約 200m のニグリ川を過ぎると、現在のバスの終点となっているネウパネタールがある。灌漑施設はなく耕地は荒れている（写真 2-2）。次のカルテチャインプール集落内は平坦な地形で、トラック道路の両側が耕作地となって、シタルパティまで続いている。



写真 2-2 灌漑施設がなく荒れた耕地

3) STA. 6+600～STA. 12+200

シタルパティの集落を過ぎると約 1km にわたり灌木斜面があり、STA.8 付近の赤土の荒廃地に続いている。その後、周辺で最も灌漑施設が完備されて優良な耕作地となっているグマウネチャインプール集落がある（写真 2-3）。この集落の全世帯が、優良耕作による収入があるため、ソーラーパネル、テレビ、電話を所有している。なお西側にあるチャインプール川よりの斜面は岩盤のため荒地となっている。その後は、スンコシ川岸付近を通過する。下側は砂州の河岸部、上側は緩い山地となっている。



写真 2-3 グマウネチャインプール集落と優良耕作地

4) STA. 12+200～STA. 17+000

スンコシ川岸付近から約 100m 上にあるリッテ地区を過ぎると、現在変動はないと思われる古い地すべり地が多く存在する山地となる（写真 2-4）。家屋等の支障物件は何もない。

勾配の急な連続の車両通行可能なトラック道路がムルコット地区まで続いている。STA.14+800 付近スンコシ川岸には、大規模な地すべりが発生しており、トラック道路はそこを避けてかなり上部を通っている。



写真 2-4 現在変動はないと思われる古い地すべり地帯を通過するトラック道路

5) STA. 17+000～STA. 26+100

対象路線沿線で最も家屋・マーケット・耕作地の多い地区の連続区間である。また、現在のトラック道路は以前の RTO 道路をそのまま拡幅し、人家連担地区を通過している。このため私有家屋その他の支障物件が多くなっている（写真 2-5）。地形はほぼ平坦でトラック道路の線形も緩やかである。STA.26+100 付近で水がほとんどないサディ川となる。



写真 2-5 ラトマテ地区内の既存道路沿いの私有家屋の状況

6) STA. 26+100～STA.27+200

岩盤の急峻斜面が連続している。また、南側斜面は良好な森林地帯を呈し、鳥類が多く生息している。トラック道路はこの尾根を迂回する形で別なルートを通っている。なお、RTO 道路はあるが、あまりにも狭く、急斜面を通るため、過去にポーターが転落して死亡している等、相当な危険が潜んでいる（写真 2-6）。そのためほとんどの歩行者はより安全なトラック道路で迂回している。



写真 2-6 RTO 道路は狭く、急傾斜で危険が多く潜んでいる。過去にポーターが何人も転落して死亡している。

7) STA. 27+200～STA. 31+700

ほとんどの区間でスンコシ川右岸付近をほぼ平行にトラック道路が通っている。STA.28 付近からはスンコシ川の河川敷を通過し、STA.30 付近からまた上にあがり地形に沿ってガジュリダハ集落まで続いている。STA.27+500 付近は崩壊性の地山であり、STA.28～STA.30 までの山側は岩盤を呈し、森林地帯となっている。



写真 2-7 STA.28～STA.30 までのスンコシ川河川敷と山側の森林地帯

8) STA. 31+700～ネパルトック

ロシ川の河川敷を通過する区間である。現在の地形となる以前は、中洲と同じ高さの耕作地となっていた。しかし、2002年7月にロシ川とスンコシ川が洪水となり、ロシ川の流水の一部が現在の山側に進路を変え、この部分がすべて現在の河床まで洗掘で流失されてしまった。トラック道路はこの河床を通っている(写真2-8)。このため、ロシ川の洪水の時は通行できない状況にある。



写真 2-8 ロシ川河川敷のトラック道路の利用状況

9) 第二工区 STA. 35+800～STA. 39+700

本区間は、前述した第二工区のうち、3/3 期で削除された残り 3.9km の区間である。STA.37+500 までは川幅約 100m のアンデリ川の右岸の山地部を通過する。アンデリ川を渡河してからはクルコットの集落に入る。集落には小・中・高の学校があり、商店街、民家が密集し人口が多い(写真2-9)。スンコシ川には吊橋が架けられており、対岸のラメチャップとの接続拠点となっている。この吊橋を渡り徒歩約 1 時間のところからカトマンズまで路線バスが運行している。



写真 2-9 クルコット地区の状況

(2) 過去の我が国無償資金協力による調達機材の現状

過去に我が国無償資金協力により調達された機材の現時点での使用状況を表 2-8 に示す。また、バルデバス管理事務所の機材管理状況を写真 2-10 に示す。

表 2-8 過去の我が国無償資金協力による調達機材の現状

機材名	形式	プロジェクト名	使用事務所名	備考
ブルドーザ	15 トン	第一工区	バルデバス	
バックホー	0.6m ³	第一工区	バルデバス	
バックホー	0.6m ³	第四工区(2/2)	シズリハザール	
ホイールローダー	1.4m ³	第一工区	バネパ	
ホイールローダー	1.4m ³	第一工区	バルデバス	
ホイールローダー	1.4m ³	第四工区(2/2)	シズリハザール	
ダンプトラック	8 トン	第一工区	バルデバス	
ダンプトラック	8 トン	第一工区	バルデバス	
ダンプトラック	6 トン	第四工区(2/2)	バネパ	
ダンプトラック	6 トン	第四工区(2/2)	シズリハザール	
ダンプトラック	6 トン	第四工区(2/2)	シズリハザール	
モーターグレーダー	2.8m	第一工区	バネパ	
モーターグレーダー	2.8m	第四工区(1/2)	バネパ	
振動ローラー	4 トン	第一工区	バネパ	
振動ローラー	4 トン	第四工区(1/2)	バルデバス	
トレーラー	20 トン	第四工区(1/2)	バルデバス	
トラッククレーン	4 トン	第一工区	バルデバス	
トラッククレーン	4 トン	第四工区(2/2)	シズリハザール	
ソイルシーダー	70PS	第一工区	バルデバス	
散水車	5,500リッター	第四工区(1/2)	バネパ	
ジェネレーター	50KVA	第四工区(2/2)	カトマンズ	
空気式圧縮機	3.7m ³ /分	第四工区(2/2)	バルデバス	
ジャックハンマー	20kg	第四工区(2/2)	バルデバス	
ジャックハンマー	20kg	第四工区(2/2)	バルデバス	
ジープ		第一工区	カトマンズ	306,000km
ピックアップ		第一工区	カトマンズ	263,000km
ピックアップ		第一工区	バルデバス	

出典：調査団



写真 2-10 バルデバス管理事務所の機材管理状況

(3) 灌漑施設

既存の主要な灌漑施設のある位置／地区及び交差等のため留意する必要となる水路は、表 2-9 に示すとおりである。

表 2-9 既存主要灌漑施設の地区

位置／地区名	対象道路との交差箇所数	摘要
クルコット地区（第二工区）	30	
STA.4+400～STA.5+800 付近ネウパネタール地区	3	
STA.8+600～STA.10+000 付近グマウネチャンプル地区	3	
STA.17+100～STA.18+000 付近ムルコット地区	10	
STA.18+400～STA.19+900 付近ブルコット地区	11	
STA.21、STA.22、STA.23 付近ラムタール～ラトマテ地区	5	
STA.24+000～STA.24+400 付近カハレトール地区	12	
STA.31+300～STA.31+800 付近ガジュリダハ地区	4	河川敷含む
STA.32+100～STA.32+900 付近ネパルトック地区	3	河川敷含む

出典：調査団

2.2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2.2.1 関連インフラの整備状況

(1) 道路の整備状況

前述したように既存道路は、歩道のみの RTO 道路と車両が通行可能なトラック道路（写真 2-11）がある。

RTO 道路は、かつてはバルデバス～バネパまで続いており、カトマンズまでの主要街道であった。現在は、シンズリ道路建設が進んだため、クルコット側の STA.0+700 付近～STA.5+300 付近間のみが使われている。トラック道路は、クルコット～ネパルトック間を早期に全線通行可能とすることを目的として、約 4 年前から TCC と呼ばれる各地区の組織が、DOR から建設機械を借りて、ほぼ RTO 道路に沿ってネパルトック側から施工したものである。しかし、幅員は 3～4m で切土のり面と路面は処理されておらず、勾配も急な区間が多く、河川の渡河はそのまま河川敷を通るため雨季には通行が困難となっている。

本プロジェクト沿いの道路の他に、クルコットからスンコシ川を吊橋（写真 2-12）で渡り、ラメチャップ（Ramechhap）を経てチャリコット（Charikot）と



写真 2-11 斜面を切っただけののり面と路面が無処理なトラック道路の状況。雨季の通行は困難となっている。



写真 2-12 スンコシ川に架かる吊橋
将来は上流に ADB の支援による車道用橋梁が計画されている。

ジリ (Jiri) までの道路がある。現在、チャリコット及びジリからラメチャップまでは通年通行が可能な道路に改良され、カトマンズまでの路線バスが運行している。将来、ラメチャップからクルコットまでも ADB の支援による道路整備が計画されている。

(2) 電気・水道整備状況

電気については、公共の発電や送配電がされておらず、まだ整備されていない。また、水道についても整備されておらず、山や沢からの自然水とペットボトルの飲料水に頼っている。

2.2.2 自然条件

(1) 気象

プロジェクトサイト周辺の気候は、第二工区側のシンズリガリと第四工区側のドリケルの観測所及びネパルトック観測所（降雨のみ）の過去 10 年ほどの平均値の記録から、温暖で昼夜の気温差が大きい内陸性気候である。

シンズリガリでの最高気温は4月の31.7℃、最低気温は1月の7.2℃であり、ドリケルでの最高気温は5月の26.6℃、最低気温は1月の3.4℃である。

一方、降雨量については、シンズリガリでの最高は7月の745.8mm、最低は12月の7.4mm、年間で2,613mmであり、ネパルトックでの最高は7月の296.3mm、最低は11月の9.0mm、年間で887mmであり、5月下旬から10月上旬がモンスーン季となっている。各観測所での平均最高気温及び平均最低気温を表 2-10 に、月間降雨量と年間降雨量を表 2-11 に示す。

表 2-10 サイト周辺の平均最高気温及び平均最低気温

観測所	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
シンズリガリ	平均最高気温 (°C)	21.0	23.9	28.4	31.7	31.5	31.4	30.4	30.2	29.9	29.0	26.5	23.3
	平均最低気温 (°C)	7.2	9.5	13.4	17.5	20.1	22.3	22.8	22.8	21.5	17.9	13.1	9.0
ドリケル	平均最高気温 (°C)	14.1	17.1	21.9	25.5	26.6	26.5	25.8	25.8	24.8	22.5	18.8	15.4
	平均最低気温 (°C)	3.4	5.2	8.7	11.9	14.8	17.1	18.1	18.1	16.7	12.3	8.0	4.8

出典：DHM(Department of Hydrology and Meteorology) (シンズリガリ 1993-2005、ドリケル 1993-2004)

表 2-11 サイト周辺の月間降雨量

(単位：mm/月)

観測所	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計 (mm/年)
シンズリガリ	22.1	13.2	33.8	112	209	422	746	560	395	114	9.7	7.4	2,613
ネパルトック	14.3	14.4	22.5	39.2	72.9	136	296	170	68.7	28.9	9.0	14.2	887

出典：DHM (シンズリガリ 1993-2006、ドリケル 1990-2004)

(2) スンコシ川支流の流域

スンコシ川右岸の支流に係るコーズウェイ等の道路計画において、洪水流量、流速及び洪水位の算出のために流域の区分と面積が必要となる。このための基礎資料となる流域区分及び流域面積を図 2-4 及び表 2-12 に示す。



図 2-4 スンコシ川支流の流域

出典：調査団

表 2-12 スンコシ川の各支流の流域面積

番号	支流の名称	流域面積 (km ²)
1	サディ川 (Sadhi Khola)	7.21
2	ダミレ川 (Dhamile Khola)	28.35
3	ガンガテ川 (Gangate Khola)	19.03
4	ボテ川 (Bhote Khola)	18.04
5	カハレ川 (Khahare Khola)	4.53
6	チャインプール川 (Chainpur Khola)	18.16
7	ガダウレ川 (Gadaure Khola)	0.73
8	ドビ川 (Dhobi Khola)	21.70
9	バル川 (Bhalu Khola)	0.58
10	バダウレ川 (Bhadaure Khola)	3.66
11	ジャギレ川 (Jagire Khola)	1.23
12	アンデリ川 (Andheri Khola)	19.45

出典：調査団

(3) 河川洪水流量

各河川の洪水流量の算出に当っては、当該河川に流量観測所があるかないかで方法が異なる。スンコシ川とロシ川については流量観測所があることから直接的に算出した。一方、スンコシ川の支流については、直接的な流量データがないことから、降雨記録による間接的な解析手法にて算出した。

1) スンコシ川

スンコシ川のネパルトックから上流にあるパチュワールガット観測所の流量記録から算出した。1964年から2003年にかけて観測された年最大洪水流量を表 2-13 に、それを基に算定した再現期間別の洪水流量を表 2-14 に示す。

再現期間 50 年の洪水流量は、パチュワールガットで $3,950 \text{ m}^3/\text{s}$ 、ネパルトック（ロシ川合流部より下流側）で $4,749 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

表 2-13 パチュワールガット観測所の洪水流量

年	年最高洪水流量 (m ³ /s)	年	年最高洪水流量 (m ³ /s)	年	年最高洪水流量 (m ³ /s)
1964	1,220	1978	2,690	1992	1,210
1965	1,960	1979	2,260	1993	2,370
1966	4,370	1980	1,720	1994	1,130
1967	3,100	1981	1,950	1995	1,420
1968	1,710	1982	1,590	1996	1,960
1969	1,940	1983	1,390	1997	2,270
1970	1,940	1984	1,550	1998	2,960
1971	2,880	1985	1,660	1999	1,750
1972	2,730	1986	1,120	2000	1,810
1973	3,010	1987	2,120	2001	2,180
1974	4,050	1988	3,940	2002	1,570
1975	1,780	1989	1,570	2003	2,180
1976	1,590	1990	1,410	-	-
1977	2,000	1991	1,620	-	-

出典：調査団

表 2-14 スンコシ川の洪水流量

対象地点 (流域面積)	種別	再現期間 (年)					
		2	3	5	10	25	50
パチュワールガット (4,929km ²)	洪水流量 (m ³ /s)	1,980	2,300	2,650	3,045	3,570	3,950
ネパルトック (5,915km ²)	洪水流量 (m ³ /s)	2,380	2,765	3,186	3,661	4,292	4,749

出典：調査団

2) ロシ川

第四工区詳細設計にてパナウティ観測所での記録が調査されていることから、パナウティでの洪水比流量を基に算定したロシ川の洪水流量を表 2-15 に示す。ネパルトックでの再現期間 50 年の流量は、 $1,080 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

表 2-15 ロシ川の洪水流量

対象地点/流域面積	種別	再現期間 (年)					
		2	3	5	10	25	50
バナウティ (87km ²)	洪水流量 (m ³ /s)	46	64	85	111	144	168
ネパルトック (560km ²)	洪水流量 (m ³ /s)	296	414	547	714	927	1080

出典：調査団

3) スンコシ川支流

調査対象地域内においてスンコシ川に流れ込む 12 の支流につき、第 3 章の基本計画の図 3-13 に示すティーセン法により流出解析を行った。しかし、コースウェイが計画される 12 の支流の流域は、ほとんどがネパルトック或いはシンズリガリの降雨量により支配される結果となった。このため、コースウェイ計画と道路横断排水計画に用いる降雨量は、マハバラット山脈に近いシンズリガリの降雨データにより、また道路側溝に用いる降雨量は、12 の支流の流域に比較して標高が低いネパルトックの降雨データにより、それぞれ代表させることが適切であると判断した。これらの降雨量データからコースウェイ計画のための流出量解析には、シンズリガリの 50 年確率降雨量 423 mm を用いることとした。各支流のピーク流出量を表 2-16 に示す。

表 2-16 スンコシ川各支流のピーク流出量

番号	支流の名称	流出量 (m ³ /s)
1	サディ川 (Sadhi Khola)	366
2	ダミレ川 (Dhamile Khola)	1,439
3	ガンガテ川 (Gangate Khola)	966
4	ボテ川 (Bhote Khola)	916
5	カハレ川 (Khahare Khola)	230
6	チェーンプール川 (Chainpur Khola)	922
7	ガダウレ川 (Gadaure Khola)	37
8	ドビ川 (Dhobi Khola)	1,101
9	バル川 (Bhalu Khola)	29
10	バダウレ川 (Bhadaure Khola)	186
11	ジャギレ川 (Jagire Khola)	62
12	アンデリ川 (Andheri Khola)	987

出典：調査団

(4) 土地・植生・森林分布

1) 開墾地

プロジェクトサイト周辺の集落は、大きく山頂付近を開拓しているものと、大河川近くの扇状地あるいは山麓に集落を形成しているものの2種類がある。開墾地は長年かけて荒地を耕作地に転換したように見受けられ、現在でも耕作作業中に直径10cm~20cmの石を取り出している様子がしばしば確認できる。

耕作地は収穫量によって、①年3回収穫できる、②年1回程度しか収穫できない、③ほとんど収穫が見込めないの3種類に分類できる。実際には収穫実態は不明であるが、①と③は外見でも比較的容易に区分できる。

農作物としては米、小麦、トウモロコシ、ジャガイモ、香辛料（コリアンダー、ただしクルコットののみ）などである。



写真 2-13 ①年3回収穫できる優良耕作地



写真 2-14 ②年1回しか収穫できない耕作地



写真 2-15 ③ほとんど収穫が見込めない耕作地

2) 灌木林

プロジェクトサイト周辺には人手の入っていない森林はほとんど見受けられない。家屋の周りにはどこでも薪が積み上げられており、またガスや電力による加熱装置は普及していないことから、燃料材としての木材利用が多いと考えられる。灌木林も密度の濃淡はあるが、高さ1~2m程度の灌木で覆われており、樹高7m~10m以上となる高木層（ネムノキ、マツ、サル（英名 *Shorea Robusta*））はごくわずかしかない。



写真 2-16 密な灌木林







写真 2-17 疎な灌木林

3) 森林

プロジェクトサイト周辺で確認できた箇所は、① STA.14+200~STA.15+700 間の約 1,500m、② STA.22+700~STA.23+500 間の約 800m、③ STA.26+400~STA.27+200 間の約 800m、④ STA.27+500~STA.30+100 間の約 2,600m の4箇所である。

これらの箇所の特徴を表 2-17 に示す。

表 2-17 サイト周辺の森林の特徴

番号	区間	特徴	状況写真
①	STA.14+200 ～ STA.15+700 (約 1,500m)	<ul style="list-style-type: none"> ・ サルの木「ネパール名」(英名 Shorea Robusta)が多い。その他の高木はネムノキ類、マツ類。 ・ 崩積土が堆積している。 ・ 崩積土層は厚くルーズである。 ・ 斜面は緩斜面である。 	 <p>写真 2-18</p>
②	STA.22+700 ～ STA.23+500 (約 800m)	<ul style="list-style-type: none"> ・ サルの木 (Shorea Robusta)が多い。その他の高木はネムノキ類、マツ類。 ・ 崩積土が堆積している。 ・ 崩積土は厚くルーズである。 ・ 斜面は緩斜面である。 	 <p>写真 2-19</p>
③	STA.26+400 ～ STA.27+200 (約 800m)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 数種の高木によって構成されている ・ 全体的に脆弱な土質で、低い鞍部に断層があり、岩盤が脆弱化している。 ・ 斜面はやや急である。 	 <p>写真 2-20</p>
④	STA.27+500 ～ STA.30+100 (約 2,600m)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 数種の高木によって構成されている。 ・ 斜面は緩斜面ではなく、やや急である。 ・ 河岸部は硬岩が露出しているが、森林部の土質は締まっている。 	 <p>写真 2-21</p>

出典：調査団

4) 乾燥地

乾燥地の斜面は STA.7+400 付近からグマウネチャインプール集落周辺に至るところと、ラトマテ集落の病院がある小丘周辺に分布している。ここでは植生が極端に乏しく、乾燥に耐える植物だけが自生している。芝、サボテン類、木本（樹種不明）1種類である。芝の根元は根茎が土壌を緊縛しているため、その周囲が浸食され、結果として盛り上がったようにみえるところが特徴である。木本はベトナムの海岸沿いにある強風乾燥地によく



写真 2-22 乾燥地における植物の生育状況

見られる種類で、低木で乾燥とともに強風にも耐える性質がある。この区域では植生の生育は非常に難しいと見受けられる。

(5) 地形・地質

1) 地域の概要

プロジェクトサイトは標高 500m～700m の山間部で、スンコシ川右岸に沿っている。

スンコシ川は、ネパルトックでロシ川と合流後、クルコットまで本プロジェクト道路とほぼ並行し、「ネ」国を北西－南東方向に走る地質構造線沿いに平均勾配約 4% (サイト付近の約 23km 区間) で南東方向に流下する河川である。

地質は、河床部周辺には結晶片岩や粘板岩・千枚岩の地質が分布し、地形的に連続する尾根線の曲がり、段差等のリニアメント構造が認められ、断層の存在が推定される地域である。

地形は、地質構造の影響を受け、主に北西－南東方向の尾根線が形成されているが、それらを切るように北東－南西方向の支流が発達している。これら支流は多くの土石をスンコシ川に供給し、合流部では扇状地形を形成している。

河床部の地形は、スンコシ川の蛇行や支川の土砂流入により変化しているが、1984 年の航空写真判読では、この 24 年間でスンコシ川の流れの変化により、河床に広がる白砂の分布域は多少変化しているが、全体として低地の植生域が増加している傾向にあり、近年大きな洪水が発生していないことが分かる。

河床部から上部に位置する斜面に分布する緩斜面部は、赤土～礫混じり土砂状の堆積した段丘面によって形成され、その上を上部斜面から供給された崖錐性堆積物 (Talus) や沢より供給された土砂 (Alluvium corn) が堆積している。

35~50° の急な斜面部の多くは露岩しているが、全体には摂理面・片理面が発達し、表層の数 m 前後は風化して緩み、転石混じり土砂状を呈する。

斜面中腹から上部斜面には、平坦な緩斜面地形が存在する箇所が多く見られる。これら緩斜面の多くは高位の段丘面と考えられるが、緩斜面の背部に滑落崖が存在する箇所は、古い時代の地すべり地と考えられる。この地すべり地形は、その分布域から判断すると旧スンコシ川が高位に存在した時期に発生した古期地すべりと考えられる。

現地踏査にて岩質から得られた地表面地質分布・範囲、空中写真判読と併せて得られた斜面変動地形や断層と微地形の分布・範囲及び土地利用等を、資料 8-2 に示す。

2) 地形・地質の特徴

i) 地形的な特徴

プロジェクトサイトは、以下に挙げる地形的特徴を有する。

- ① 地質構造線の影響を蒙り、北西－南西方向への尾根線、河川が発達している。またそれを切るように北東～南西方向への支流が発達している。尾根

線の曲がり・段差が航空写真等で認められる。

- ② 地形的に上部域に平坦な緩斜面、下部域に急峻な地形を呈している箇所が多々認められる。
- ③ 上部斜面は尾根線付近から崩壊 (Failure)・地すべり (Landslide) 地形が発達し、斜面中腹部～上部に平坦な緩斜面が分布しているものとする。これら地すべり地は古期の地すべりと考えられ、緩斜面の下部には露岩して急斜面を形成し、沢の発達が顕著な箇所が多いのが特徴である。
- ④ 河床より 100～150mに高位の段丘面が分布する緩斜面が存在し住居地、耕作地となっている。
- ⑤ 河床付近の人家・耕作地の存在する平坦地は赤色の粘性土、巨礫混じりの土砂、礫混じり土砂等の段丘堆積物によって構成される。
- ⑥ 赤土部は降雨の浸食によりガリーの発達が顕著に見られるが、1984年の航空写真と比較して沢部以外では浸食の進行は少ないことから、豪雨時等に顕著な浸食作用が進行するものとする。
- ⑦ これら段丘面の山側には斜面から供給された崩積土 (Talus、Colluvium)、沢部より供給された土砂 (Alluvium corn) 等が堆積し緩斜面を形成している。
- ⑧ 右岸支流は後背地より供給される雲母片岩、花崗岩質片岩～片麻岩質片岩、花崗岩、珪質岩等の巨礫～中礫を混入した礫質な河床堆積物によって構成される。
- ⑨ これら支川のスンコシ川合流部は広い扇状地形が発達し、河道には植生がみられないが、扇状地の堆積面には耕作地が発達している箇所が随所に認められる。木の植生状況から百年前後は洪水等によって浸食されていない地域が多い。

ii) 地質的な特徴

プロジェクトサイトは、以下に挙げる地質的特徴を有する。

- ① 当地区の地質構造はネパールを南北に大きく二分する主境界断層 (Main Boundary Thrust、MBT) の北部域にあたり、地層は主に古生代のナワコット (NAWAKOT) 層群の弱変成作用を蒙った粘板岩や千枚岩が分布する。
- ② 地質構造の影響を受け、尾根線は主に北西～南東方向に形成されているが、それらを切るように北東～南西方向の支流が発達する。尾根線の曲がり、段差等が発達しリニアメントが発達している。
- ③ 右岸支流の扇状地は後背地より供給される、雲母片岩、花崗岩質片岩～片麻岩質片岩、花崗岩等の直径 1~2m 前後の巨礫～中礫が多く分布する。
- ④ 斜面には弱変成を蒙った粘板岩系の地質を主体として構成されているが、始点側では変成を蒙り風化した結晶片岩が多く分布する傾向がある。
- ⑤ 地層の走行傾斜は地質構造の影響を受け変化に富んでいる。

iii) 地形・地質からの斜面の問題点

プロジェクトサイトは上記のような地形的・地質的特徴を有することから、その斜面について、以下のような問題点が把握された。

- ① 洪水時のスンコシ川の河床部での洗掘、支流扇状地部での土石流等の発生があるため、護岸工や渡河構造物の計画に注意が必要である。
- ② 段丘緩斜面部は比較的安定している堆積物によって構成されているが、背部からの沢水が伏流している箇所が多いため沢筋の水路工との対策、道路建設時の排水処理等に注意が必要である。
- ③ 現状の斜面勾配は $25\sim 30^\circ$ であることから、安定勾配は $1:1.8\sim 2.0$ 前後が妥当である。
- ④ 赤土部は集中豪雨時に浸食が進行する傾向があるため、設計に際し排水流末部の位置には注意する。
- ⑤ 現状の斜面勾配は $10\sim 26^\circ$ であることから、安定勾配は $1:2.0\sim 3.0$ 前後が妥当である。
- ⑥ 崩積土の分布域では末端部の掘削により堆積土砂が緩んで崩壊・地すべり発生が懸念される。切土計画は崩積土の安定勾配に切土するか、擁壁・布団籠工等で安定度を高めることが必要である。
- ⑦ 現状の斜面勾配は $20\sim 30^\circ$ であることから、安定勾配は $1:1.8$ 前後が妥当である。
- ⑧ 岩の分布する急斜面部ではジョイント・片理面等の影響により表層は風化して緩んだ部分があるため切土高・風化部を残す部分での切土勾配を緩くするなどの検討が必要である。
- ⑨ 現状の斜面勾配は弱風化岩で $50\sim 65^\circ$ であることから安定勾配は $1:0.5\sim 0.6$ 前後が妥当である。風化岩の斜面勾配は $37\sim 45^\circ$ であることから安定勾配は $1:1.0$ 前後が妥当である。
- ⑩ 地すべり地は現状での安定度は不明確であるが崩積土の分布域での大きな切土、盛土は避ける道路計画が賢明である。また、今後の降雨等によるチェックを行うことが望ましい。
- ⑪ 現状の斜面勾配は $15\sim 25^\circ$ であることから安定勾配は $1:1.8\sim 2.0$ 前後が妥当である。
- ⑫ 特に、道路計画上留意しなければならない区間として、バラエタル (Bhalayetar) 崩壊地 (STA.3+400 付近)、ムルコット (Mulkot) 大崩壊地 (STA.15+200 付近) とサディ (Sadhi) 地区急峻大岩塊群と断層 (STA.26+700 付近) がある。

(6) 水文調査

1) 調査の目的

スンコシ川とロシ川沿いの道路計画及び護岸構造の設計に対して、洪水位及び護岸基礎部の洗掘程度とその対応策を検討するために水文・河川調査を実施した。

2) 調査項目と方法

i) 河川横断測量

検討する地点の流量、流速及び水位の設定のための解析データに用いる目的で、河川横断測量を実施した。

ii) 河川の洪水痕跡調査

検討する地点の洪水位について、解析から求められる洪水位の数値と既往最高水位とを比較して適切に設定するため、河川横断測点での洪水痕跡について、付近住民から聞き取りを行い、その位置の標高を実測した。

iii) 河床材料調査

検討する地点の流量、流速の水理計算及び洗掘検討のために必要なデータとして平均粒径調査を実施した。河床材料は現場にて試料を採取し、カトマンズにて分析した。

iv) 調査場所

スンコシ川では、道路計画が河床付近に考えられる STA.26+500～STA.28+500 (予備調査での測点) 区間について、横断測量は約 500m 間隔で 5 箇所、材料調査は 3 箇所とした。

ロシ川では、道路計画が河床内に考えられる STA.30+000～STA.31+000 (予備調査での測点) 区間について、横断測量は約 200m 間隔で 6 箇所、材料調査は 3 箇所とした。

v) 調査結果

調査結果を表 2-18 に示す。

なお、横断測量図は資料 8-4 に示す。

表 2-18 水文調査結果

河川名	河川横断測量 (測点名)	平均粒径 D60 (mm) : []は場所		既往最高洪水位 (m)
		粒度曲線法	グリッド法	
スンコシ	CH26500	1.3 [TP-6]	細砂	517.110
	CH27000	10 [TP-5]	細砂	518.314
	CH27500	-	-	519.483
	CH28000	28 [TP-4]	細砂	521.956
	CH28500	-	-	523.092
ロシ	CH30000	-	-	536.351
	CH30200	22 [TP-3]	33	538.560
	CH30400	-	-	540.581
	CH30600	30 [TP-2]	43	542.131
	CH30800	-	-	-
	CH31000	30 [TP-1]	30	546.353

出典：調査団

(7) 地震

シンズリ道路近傍では、図 2-5 に示す「ネ」国の地震分布からマグニチュード 3 以上の地震は発生していない。

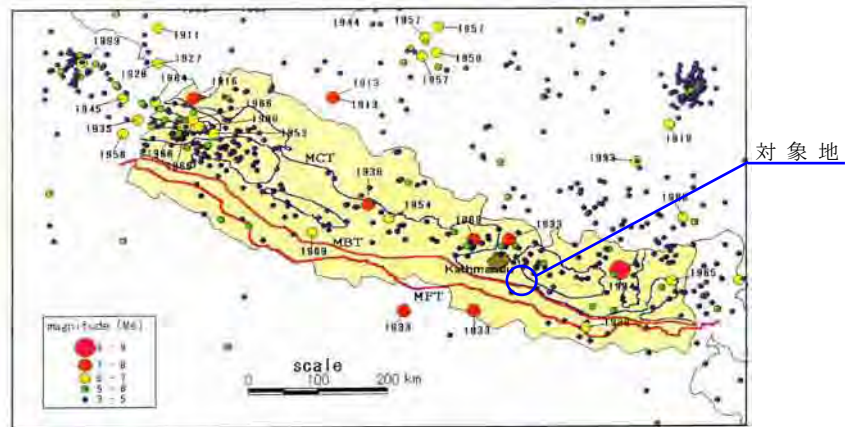


図 2-5 「ネ」国地震分布

出典：鉱山・地質局 (Department of Mines and Geology, Nepal)

ただし、対象路線を含む地域は、図 2-6 に示すインドの耐震設計基準 (Indian Standard Criteria for Earthquake resistant Design of Structure, Third Revision, 1989) において、最も危険度の高いゾーン V に位置する。

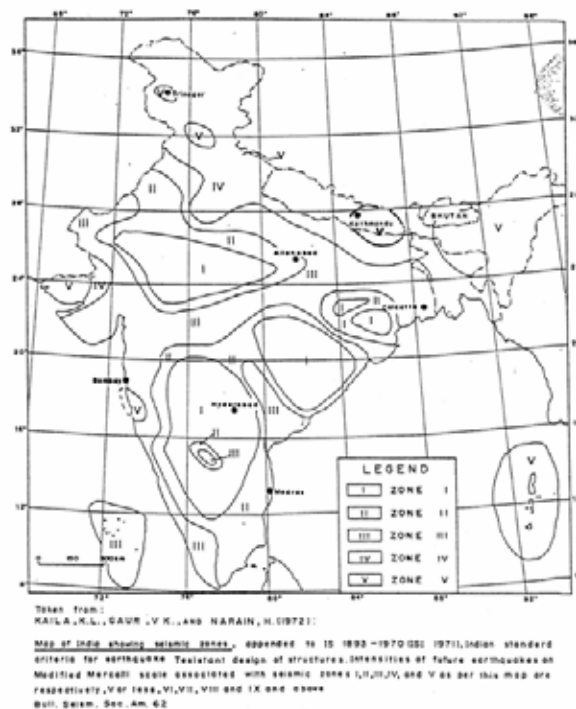


図 2-6 対象路線地域の地震区分図

出典：Indian Standard Criteria for Earthquake Resistant Design of Structure

2.2.3 骨材調査

(1) 調査の目的

道路の路盤材料、舗装材料及びコンクリートに使用される骨材は、密度、吸水率、すりへり減量、その他不純物等の品質管理が重要である。

一方、プロジェクトサイト周辺から採取される川砂利は、マハバラット山脈の風化した花崗岩質片麻岩を主体としており、自然状態で骨材として必要な品質が確保されているか確認する必要がある。もし、自然状態で品質を確保されない場合は、プロジェクトサイト外からの採取、又は人為的に調整して使用することになり、工事費に大きく影響を及ぼす要素となる。

このため、各河川での骨材の特質を把握する目的で調査を実施した。

(2) 調査方法

各河川のプロジェクトサイト近傍から試料を採取し、必要な項目の試験はカトマンズにて行った。

(3) 採取場所

採取場所は、骨材採取場所と想定されるプロジェクトサイト近傍の各河川の代表的な箇所を選定した。採取場所の名称を表 2-19 に示す。

表 2-19 骨材調査試験採取場所

No.	採取場所の名称
1	ゴクシラ川 (Ghogsila Khola) 第二工区内
2	アンデリ川 (Andheri Khola) 第二工区内
3	クルコットのスンコシ川 (Sunkoshi Nadi)
4	ニグリ川 (Niguli Khola)
5	チェーンプール川 (Chainpur Khola)
6	ガンガテ川 (Gangate Khola)
7	ネパルトックのロシ川 (Roshi Khola)
8	ギャンペ川 (Ghyampe Khola) 第四工区内

出典：調査団

(4) 試験項目

試験項目は、コンクリート用骨材として JIS に規定され、表 2-20 に示す必要項目をすべて実施した。

(5) 試験結果と判定

試験結果の可否は、JIS の基準を準用して判断した。この結果、すべての採取場所で不合格となった。不合格となった項目は「粒度」、「粘土塊量」、「微粒分量」及び「石炭・亜炭で比重 1.95 の液体に浮くもの」であった。

試験結果と判定を表 2-20 に示す。

表 2-20 骨材調査項目の試験結果と判定

(○:合格、×:不合格)

試験項目	採取場所							
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8
粒度	×	×	×	×	×	×	×	×
絶対乾燥密度	○	○	○	○	○	○	○	○
吸水率	○	○	○	○	○	○	○	○
単位体積重量	○	○	○	○	○	○	○	○
実績率	○	○	○	○	○	○	○	○
粘土塊量	×	×	×	×	×	×	×	×
軟石量	○	○	○	○	○	○	○	○
微粒分量	×	×	×	×	×	×	×	×

石炭・亜炭で比重 1.95 の液体に浮くもの	×	×	×	×	×	×	×	×
有機不純物	○	○	○	○	○	○	○	○
安定性	○	○	○	○	○	○	○	○
すりへり減量	○	○	○	○	○	○	○	○
アルカリ骨材反応	○	○	○	○	○	○	○	○
塩化物含有量	○	○	○	○	○	○	○	○
総合判定	不適	不適	不適	不適	不適	不適	不適	不適

出典：調査団

河川別、骨材別の試験結果は資料 8-3 に示す。

2.2.4 交通量調査

1) 調査内容

シンズリ道路の開通済み区間の交通量および迂回路交通量を把握するために交通量調査を行った。交通量調査は「シンズリ道路建設計画開発調査」（1986年）、「シンズリ道路建設計画アフターケア調査」（1992年）、「シンズリ道路建設計画（第四工区）基本設計調査」（1996年）および「シンズリ道路建設計画（第二工区）基本設計調査」（1999年）においても、将来交通需要予測のための基礎データ収集を目的として行われてきている。

本調査では、これまでの調査方法を踏襲しつつ、「ネ」国における保有車両の急激な増大や周辺道路の近代化・ネットワーク化も考慮して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これまでのナウビセ、ナラヤンガート、パトレイアに加えシンズリ道路の起終点であるドリケル、バルデバス、ダルケバールの6交差点で補足的な交通量調査を表 2-21 に示すとおり行った。1999年（第二工区基本設計調査）の交通量に比べ、ナウビセにおいては約 160%、パトレイアにおいては約 200%、ムグリン-ナラヤンガート間は約 145%の伸びであった。交通量調査結果を図 2-7 に、交通量調査結果のデータは資料 8-5 に示す。なお、バルデバス及びドリケルでの交通量は、それぞれダルケバールとナウビセでの調査結果から得られた昼夜率を用いて 24 時間交通量に換算したものである。

表 2-21 交通量調査内容

項目	内容
調査地点・ 調査内容	下記 6 地点 (1) ダルケバール 24hours/1day (6am-6am) (2) バルデバス 16hours/2days (4am-8pm) (3) パトレイア 24hours/1day (6am-6am) (4) ナラヤンガート 24hours/1day (6am-6am) (5) ナウビセ 24hours/1day (6am-6am) (6) ドリケル 16hours/2days (4am-8pm)
車種区分	8 車種（乗用車（バン、ジープ、ピックアップを含む）、ミニバス、バス、小型トラック、大型トラック、トラクター、バイク、その他）
記録	1 時間ごとの方向別・車種別交通量を記録

出典：調査団

2) 将来交通需要予測

本調査の交通量調査から年増加率 7.6%を適用して求めた各年次の需要予測結果を表 2-22 に示す。

表 2-22 将来交通需要予測

予測地点	予測年	日総交通量	乗用車換算交通量		飽和度	摘要 (想定)
			日交通量	時間交通量		
バルデバス交差点 (シンズリ道路 方向断面)	2008	684	1,002	100	0.16	
	2013	1,431	2,079	208	0.34	
	2014	1,715	2,483	248	0.40	第三工区完工
	2018	2,220	3,229	323	0.52	
ドリケル交差点 (シンズリ道路 方向断面)	2008	1,563	2,341	234	0.38	
	2013	3,081	4,609	461	0.74	
	2014	3,727	5,561	556	0.90	第三工区完工
	2018	4,848	7,232	723	1.17	

出典：調査団

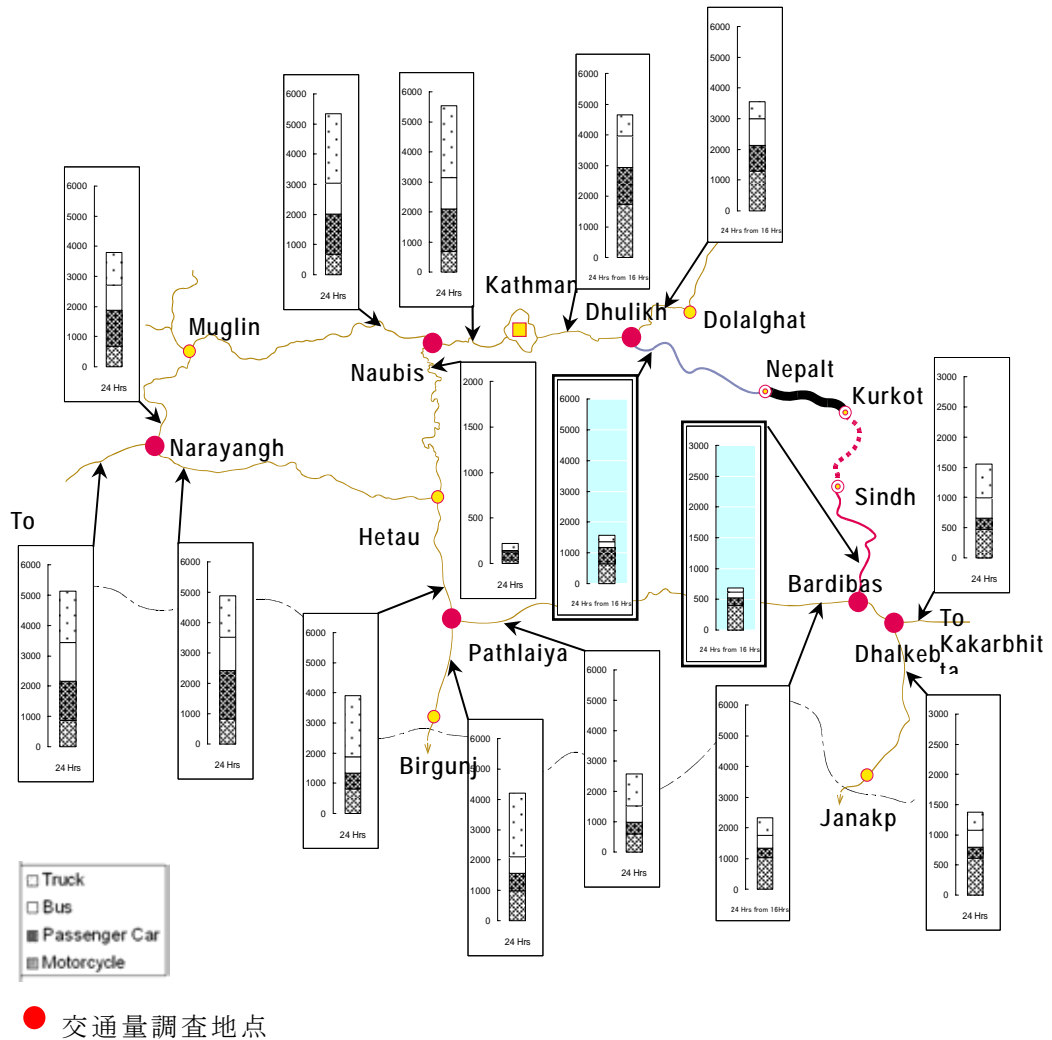


図 2-7 交通量調査結果

出典：調査団

2.2.5 測量図レビュー

(1) レビュー内容

予備調査で使われている 1/2,000 地形図のほとんどは、2005 年 2 月～3 月に実施された「シンズリ道路 EIA 支援プロジェクト形成調査（基礎調査）」で作られたものである。本地形図の照査業務には弊社内藤が関与したため、当時の照査関係書類をレビューすることにより同地形図の精度を確認した。さらに予備調査時に追加された地形図も含め、現地踏査時に実際の地形との整合性を目視にて確認し、基本設計調査の基本設計に耐えうる内容であることを確認した。

しかし、予備調査ルート沿いだけでなく、本調査において比較検討ルートの対象となりうる区域をも含めて現地踏査を行った結果、ルート検討に必要な地形図データが不足する箇所が 13 箇所あることが判明した。このうち 4 箇所の補足データを DOR 側からの協力で得られることとなった。

これにより、9 箇所の不足データは、局所的な範囲であるためコンターラインを直近の地形情報から想定して追加した。この作業による基本設計における誤差はおよそ 10%以下と想定されるため精度上支障ないと判断した。

(2) 地形図不足箇所

契約図書を作成する実施設計時においては、必要箇所の実測データを作成して契約図面とすることになる。最終線形や流末処理及び土捨場等が確定したことによって、最終的な不足箇所は表 2-23 に示す結果となった。

表 2-23 地形図不足箇所

No.	箇所	長さ (m)	幅 (m)	面積 (m ²)	地形区分	摘要
1	STA. 2+800 付近	120	15	1,800	山地	切土法面
2	STA. 3+300 付近	50	80	4,000	急峻山地	排水流末
3	STA. 5+600 付近	200	100	20,000	丘陵地	土捨場
4	STA. 6+600 付近	50	20	1,000	山地	切土法面
5	STA. 7+300 付近	30	70	2,100	急峻山地	排水流末
6	STA. 7+800 付近	200	30	6,000	丘陵地	盛土法面
7	STA. 9+800 付近	80	40	3,200	平地	盛土法面
8	STA. 11+300 付近	70	15	1,050	山地	切土法面
9	STA. 12+940 付近	55	20	1,100	山地	切土法面
10	STA. 13+020 付近	30	30	900	山地	切土法面
11	STA. 16+100 付近	300	16	4,800	急峻地	切土法面
12	STA. 18+800 付近	300	80	24,000	平地	土捨場
13	STA. 22+460 付近	40	20	800	山地	切土法面
14	STA. 23+600 付近	320	15	4,800	山地	切土法面
15	STA. 24+500 付近	120	15	1,800	山地	切土法面
16	STA. 30+300 付近	50	15	750	山地	盛土法面
17	STA. 31+700 付近	90	30	2,700	平地	盛土法面
	合計			80,800		

出典：調査団

2.2.6 ベースライン調査

本プロジェクト実施における成果指標の想定及び成果予測を行い、事業効果に必要な指標に係わるベースライン調査の一つとして、カトマンズからシンズリバザールまでの区間において、路線バスによる移動時間調査を実施した。結果は表 2-24 に示すとおりである。

表 2-24 路線バスによる移動時間調査結果

区 間		所要時間	実移動時間
カトマンズ～バルデバス間	往路	8:50	7:00
	復路	10:30	7:45
バルデバス～シンズリバザール間	往路	1:55	1:25
	復路	1:30	1:10
カトマンズ～シンズリバザール間	往路	10:45	8:25
	復路	12:00	8:55

出典：調査団

2.2.7 環境社会配慮

(1) 「ネ」国の環境社会配慮に関する法令

「ネ」国の環境社会配慮に関する法令には、環境保護法 (Environmental Protection Act: EPA)、環境影響評価ガイドライン (National Environmental Impact Assessment Guideline, 1993)、環境保護令 (Environmental Protection Rules, 1997: EPR) がある。

(2) 予備調査の結果と本調査の要点

1) 予備調査結果

2007年に実施された予備調査では、先方政府と協議、道路線形の検討、ステークホルダー協議 (SHM) と仮線形に基づく影響住民への個別訪問調査の支援、ステークホルダー協議での基本合意と直接影響住民の意思確認、「ネ」国の補償方針確認等を行った。

i) 道路線形の検討

予備調査では、EIA 調査報告書で想定した線形を再検討して調査団推奨案として提案した。大きな変更を要する箇所 (サディ川、ムルコット、ラトマテ) における代替案、推奨案を提案し、住民説明会で住民の意向を確認した。その結果、ムルコット、ラトマテにおいて推奨案に対する反対があり、本調査に持ち越された。

ii) 住民説明会、基本合意取得調査

予備調査では、第三工区全域の住民が出席でき、かつ社会的弱者に配慮した説明会ができるよう、準備段階から「ネ」国による環境社会配慮を支援した。住民説明会では、予備調査団の線形案にそった説明がなされ、一部に反対があったものの、集落としては概ねプロジェクトに対する了承を得ることができた。

さらに、基本合意取得調査として、調査団の線形案に沿って影響住民を特定するとともに各戸訪問（シンプルサーベイ）を実施し、適切な補償のもとで事業に協力する意思があることを確認した。

iii) 環境社会配慮

予備調査では、「ネ」国の環境社会配慮及び補償に関する法律・規則・ガイドライン・政府の方針及び EIA 更新作業の「ネ」国における位置づけを確認した。また、環境管理計画のモニタリング体制について現況を確認し、問題点を指摘した。

さらに、「ネ」国に対し審査会の答申を説明するとともに対応方法を協議した。主要な合意内容は次の 3 点である。

- 「ネ」国は承認された EIA 調査報告書を基本設計調査で策定される線形最終案にそって改訂すること。
- 改訂に際しては審査会答申を踏まえたものとし、補完調査結果を反映すること。
- 更新された EIA 調査報告書は「ネ」国において承認が不要であること。

2) 本調査における環境社会配慮の要点

本調査で実施した重点調査項目は次の 5 点である。

- 最終線形の検討と決定
- ステークホルダー協議の支援
- JICA 環境社会配慮審査会答申への回答
- EIA 報告書の更新作業支援
- 環境管理計画の確認、更新作業支援

(3) 本調査の主要調査結果

1) 最終線形の検討

i) 検討方法、設計基準、基本方針

本調査では、調査団が道路設計基準（設計速度、幅員等）、基本方針を策定し、これをもって予備調査による道路線形案を見直した。

道路線形検討の基本方針は下記のとおりとした。

- 道路設計基準に基づく。
- 社会環境影響を軽減（大規模土工、灌漑田畑、家屋を避ける）する。
- 急峻地形・劣悪な地質区間を避けて被災リスクを極力小さくする。
- 擁壁、のり面対策工等の規模を小さくして環境影響および工事費を縮減する。

第三工区全区間を 19 区間に区分し、それぞれの自然条件・社会環境の特徴に照らし、土木的見地と自然・社会環境配慮的見地から予備調査推奨案を評価し、これと調査団の推奨線形案を対比して、総合的な検討により最終線形案を

策定した。特に急峻な区間については、トンネル工法や片栈道工法も検討した。最終線形案については、ステークホルダー協議で技術的説明をして合意を得た。

ii) 検討項目

19 区分した区間ごとの検討における環境社会配慮項目は、1)家屋移転、2 土地の損失、3)騒音・振動、4)交通安全、5)周辺発展、6)地域分断、7)田畑分断、8)灌漑排水、9)利便性、10)自然環境への影響、11)景観 の 11 項目である。各項目には影響の大きさを 3 段階に評価し、これに経済性、施工性、防災上の安全性、走行快適性、維持管理を加えて総合評価とした。

現地踏査により判明した線形検討に際して留意した点と対応は、表 2-25 のとおりである。

表 2-25 線形検討の留意点と対応

留意点	対応
1) 収穫量の多い耕作地	地元住民の意向を組み入れつつ、土木的な見地で避ける方策を検討。どうしても避けられない場合は、道路用地にかかる施設等を最小にする線形を選択する。
2) 家屋	
3) 森林	できるだけ回避する。どうしてもかかる場合は切り取り面を最小にする。
4) 菩提樹の木（集会所などに使用されていることが多い）	できるだけ回避する。結果として枝を切って通過空間を確保する箇所がでた。
5) 信仰施設	ほとんど路線上になかった。
6) 文化的施設	1 箇所だけ、Pati と呼ばれる伝統的な休憩所が路線上にあったが、線形を変えて回避した。

出典：調査団

iii) 斜面崩壊対策

斜面崩壊対策として、経済的見地、及び環境配慮の観点から、地山が安定した土砂・軟岩である場合は、できるだけ法面緑化を図り、表層が不安定な場合や緑化に適さない地山であった場合は、法面保護工を採用した。また、環境の面から切り土法面長を短くし、切土高さが 7m を超える場合は小段を設定した。

iv) 大規模変更箇所

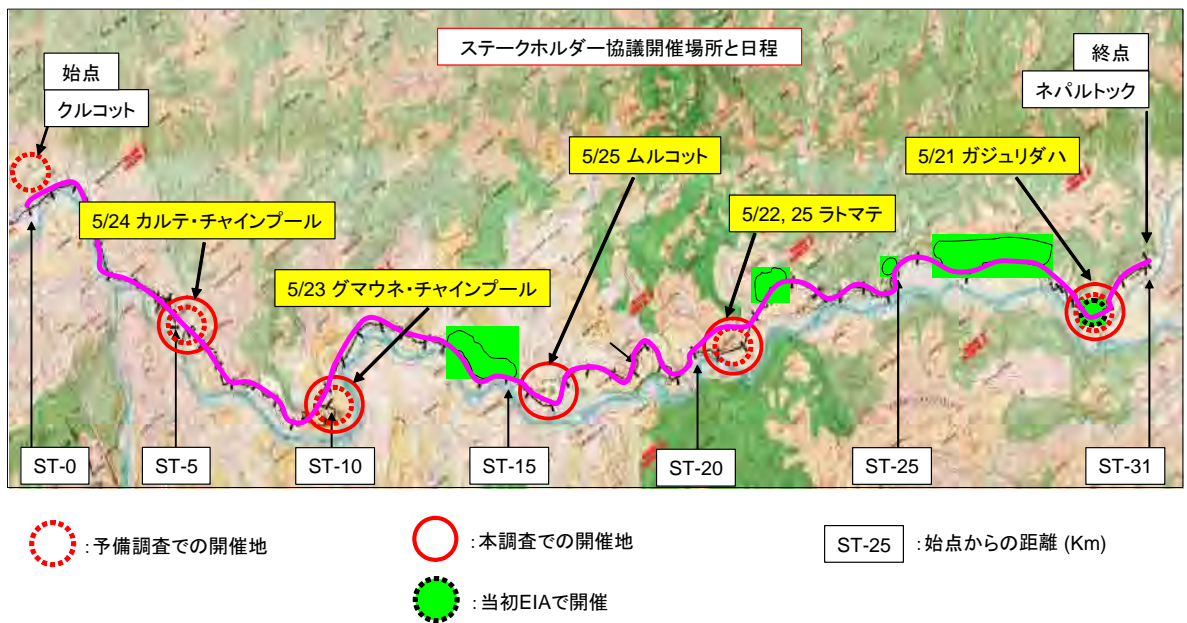
予備調査推奨線形案を大規模に変更する検討が必要な事案には、予備調査からの持ち越し事案と今回新規の見直し事案があり、予備調査からの事案は 3 箇所（サディ川、ムルコット、ラトマテ）、新規見直しは 1 箇所（グマウネチャインプール）であった。なお、大規模な線形変更箇所については、検討結果を線形最終案としてステークホルダー協議で住民に説明し合意を得た。それぞれの検討内容の詳細は、第 3 章の基本計画に記述されている。

2) ステークホルダー協議の支援

本調査では、「ネ」国によるステークホルダー協議の開催について、事前準備段階から支援した。DOR では、予備調査時に十分な経験を積んでいたが、本調査では DOR と協議しながら個々の項目を確認し、開催には調査団から 2 名が同行して支援した。

i) 開催地

今回は最終線形を踏まえて基本的な住民合意取付けを目的としており、約35kmという長い道路延長を考慮し、可能な限り第三工区の全住民が参加できるように、予備調査と同様の4ヶ所（ガジュリダハ、ラトマテ、グマウネチャインプール、カルテチャインプール）で実施した。また、5月22日に実施したラトマテにおける説明会は、ラトマテ地区、ムルコット地区を合同で開催したが、降雨の影響により時間が不足して十分な説明ができなかった。また、これまでムルコットではステークホルダー協議は開催されたことがなく、これを望む声が高かったため、5月25日にムルコット地区とラトマテ地区の2箇所で追加開催した。図2-8にステークホルダー協議開催地の概略位置関係を示す。



出典：調査団

図 2-8 SHM 開催箇所概略図

ii) 事前準備

調査団と DOR で協議し、ステークホルダー協議開催予定日の 2 週間前に住民に通知されるよう配慮した。

DOR は村落開発委員会（Village Development Committee、以下「VDC」と称する）、トラック道路建設委員会（TCC）等に文書で通知する他、主だった商店街、集会所、学校等にステークホルダー協議開催のサインボードを立て、さらに現地に出向き、路線計画周辺において口頭で住民に協議の開催と簡単な内容を説明した。サインボードには開催場所、時間を記載するとともに第三工区の全体図と開催地が図 2-9 のように図示された。



出典：調査団

図 2-9 SHM 協議開催通知のサインボードの例

特に女性、社会的弱者、非識字者に対してステークホルダー協議の実施を知らせ、参加を呼びかける方法として、i) 地域住民の口頭伝達、ii) VDC、TCCなどの地域の住民組織による働きかけ、iii) DOR の街頭説明を実施した。「ネ」国（特にシンズリ地域）での特色として地域住民のつながりが強いため、住民同士の口頭伝達が非常に効果的であり、DOR が現地に出向き街頭で説明した際にも集まった住民から住民へ伝達された。ステークホルダー協議の通知方法は審査会で指摘を受けた項目であるが、「ネ」国における村単位での情報伝達方法としては口頭伝達が主なもので、また、伝達速度は速く、正確である。特に、今回は DOR が現地赶赴き、道路予定箇所周辺でステークホルダー協議の開催について事前に広報するための努力をしており、現地の特性に見合った最大限の努力をしたと判断される。住民に対する通知文書の内容に係わるサインボードの原文、英訳を資料 8-6 に示す。

文書による通知・宛先

DOR のプロジェクトマネージャーから各関係者への文書による通知は、2008 年 5 月 4 日付で郵送されており、あて先は表 2-26 のとおりである。

表 2-26 文書による通知のあて先

シンズリ郡関係役所	該当 VDC 関係	Community 組織関係
<ul style="list-style-type: none"> ・ 郡事務所 ・ 開発委員会 ・ 森林局 ・ 土地登記局 ・ 測量局 ・ 保険局 ・ 農業局 ・ 水道局 ・ 灌漑局 	<ul style="list-style-type: none"> ・ Kuseswor Dumja 村 ・ Jhagajholi Ratmate 村 ・ Purano Jhagajholi 村 ・ Sitalpati 村 ・ Majhuwa 村 ・ Bhimeswor 村 	<ul style="list-style-type: none"> ・ Panchakanya コミュニティ・フォレスト ・ Sahasdhara コミュニティ・フォレスト ・ Sike コミュニティ・フォレスト

出典：調査団

開催プログラム

ステークホルダー協議の開催に先立ち、DOR と調査団で協議し開催プログラムを作成し、これに沿って説明会を実施した。

開催プログラムの内容は次のとおりである。

1. オープニングスピーチ

DOR から住民への謝辞、説明会の目的、主旨、内容を説明。

2. シンズリ道路建設プロジェクトの説明

DOA から当該プロジェクトの状況説明。第三工区建設に伴う正負の影響、対策の説明。

3. 調査団から線形決定の経緯、シンズリ道路建設の理念、設計方針を説明。

実際に設計をした専門家の説明により住民の理解が一層促進される効果にも期待した。

4. 住民との意見交換

住民からの意見に対し、基本的に DOR が対応した。技術的事項については必要に応じ、調査団からも説明した。

5. 線形に対する住民の合意確認

DOR、B/D 調査団からの説明、住民との意見交換を経て、最終線形に対し、住民の合意を確認した。

6. フォーカス・グループ・ディスカッション

ガジュリダハ地区とグマウネチャインプール地区では女性グループと、カルテチャインプールでは女性グループ及び低所得者層グループと意見交換を行った。

iii) ステークホルダー協議の結果

出席者

開催地別の男女別、職業別、カースト別出席者数、及び割合を表 2-27 に示す。延べ出席者は 623 名、このうち男性は 504 名、女性は 119 名で女性の出席者が全出席者の約 20%を占めた。職業別出席者では農民が圧倒的に多く約 80%であった。またカースト別では上位 47%、中位 39%、下位 14%の出席率であった。当初 EIA 調査での女性出席率が 1 割程度であったことからすれば、向上していると言える。

表 2-27 開催地別、性別・職業別・カースト別のステークホルダー協議出席者

区分		ガジュリダ ハ	ラトマテ	グマウネチ ヤインプー ル	カルテチャ インプー ル	ムルコット	小計	ラトマテ 2回目	合計
性別	男性	48	123	59	105	71	406	98	504
	女性	21	15	30	31	20	117	2	119
	計	69	138	89	136	91	523	100	623
職業別	農業	56	94	80	111	79	420	76	496
	サービス+農業	1	0	0	0	0	1	0	1
	教師	3	12	5	12	5	37	8	45
	学生	3	8	2	2	6	21	6	27
	商売人	1	14	2	4	0	21	4	25
	サービス	2	5	0	1	0	8	2	10
	その他	3	5	0	6	1	15	4	19
	計	69	138	89	136	91	523	100	623
カースト別	上位	38	54	61	56	31	240	55	295
	中位	24	77	22	35	52	210	33	243
	下位	7	7	6	45	8	73	12	85
	計	69	138	89	136	91	523	100	623

出典：調査団

主要意見と DOR の対応

住民からの意見は全開催箇所を通じて、補償に関する意見が大半を占め、ついで最終線形案上に自分の家屋、耕作地があるため、線形を変えてほしいという要望が多かった。また、道路建設中の作業員としての雇用を要望する住民やコーズウェイの構造に関する要望もあった。さらに、灌漑施設、大河川の洪水対策、教育施設整備等、道路建設事業に関係ない要望も多かった。

これに対し DOR は、市場価格の考慮、家屋・土地等全てを失う特別影響住民への配慮、及び補償決定委員会へ住民意見を反映させるためのシステム等を提案した。また、道路線形の変更要望については、調査団が技術的見地から説明した。表 2-28 に住民の主要意見と DOR 等の対応の要約を示す。

表 2-28 ステークホルダー協議での主要意見と対応

項目	住民からの主要意見	DOR 等の対応
補償	<ul style="list-style-type: none"> 十分な補償、市場価格による補償。 補償決定委員会へ住民意見を反映すること。 	<ul style="list-style-type: none"> 市場価格の実績を考慮する。取引証明書の提示を求める。 特別な影響住民 (Special Project Affected Persons、以降「SPAPs」と称する) への配慮をする。 サブ委員会を設立し、本委員会 (補償決定委員会) へ意見を出すシステムをつくる。
線形	<ul style="list-style-type: none"> 個人の土地、家屋を避けるように線形変更を望む (個々の希望) 	<ul style="list-style-type: none"> 技術的見地から検討した内容の説明、予備調査団が示した線形から今回提示した線形案への変更理由・経緯を説明 (調査団)
雇用	<ul style="list-style-type: none"> 建設工事中の雇用 (作業員) を要望 老人や女性の雇用を要望。 	<ul style="list-style-type: none"> 建設工事への雇用については SPAPs を優先することを説明 (ただし、最終決定は施工業者) 供与後の道路維持整備要員の雇用にも SPAPs を優先する (ただし、人数に限りあり)
洪水対策	<ul style="list-style-type: none"> コーズウェイの上を土石が通過する構造ではなく、橋構造を要望。 	<ul style="list-style-type: none"> コーズウェイは橋構造の永久構造物であり、仮設でないことを説明。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 灌漑施設整備、スンコシ川など大河川の氾濫対策、教育施設整備の要望。 	<ul style="list-style-type: none"> 左記の整備等は本件のスコープ外であることを説明。 灌漑など高いニーズがあるものは、他のプロジェクトで実施できるよう、「ネ」国政府に要請することを説明。

出典：調査団

フォーカス・グループ・ディスカッション

ステークホルダー協議の際にガジュリダハ、グマウネチャインプール、カルテチャインプールの女性グループとカルテチャインプールの低所得者グループを対象にフォーカス・グループ・ディスカッション（以下「FGD」と称する）を実施した。

道路開通による影響としての社会不和、補償金受領に関する女性の権利、本プロジェクト道路全線開通による影響などについて意見交換を行った。

当地の家族、村の結束は固く、また当初想定されたよりも男女同権の意識は高いとの印象を受けた。



写真 2-23 ガジュリダハでの女性グループとの FGD の状況



写真 2-24 グマウネチャインプールでの女性グループとの FGD の状況



写真 2-25 カルテチャインプールの女性グループとの FGD の状況



写真 2-26 カルテチャインプールの低所得者グループとの FGD の状況

3) JICA 環境社会配慮審査会答申への回答

審査会答申は 23 項目にわたるが、それぞれの項目に対する詳細な回答を資料 8-6-2 に示す。

特に重要な項目として、次の項目があげられる。

- (ア) EIA 報告書の更新（答申 2）
- (イ) 野生動植物への影響の確認（答申 3）
- (ウ) 補償植林（答申 4）
- (エ) 補償に関する事項（答申 5、11、12）
- (オ) 環境管理計画（答申 17、21、22、23）

i) EIA 報告書の更新（答申 2）

「ネ」国により作成、承認された EIA 報告書は、本調査でステークホルダー協議を経て確定した最終線形案に沿って、かつ、補完調査結果を踏まえて更新、修正された。主たる更新内容を以下の表 2-29 に示す。

表 2-29 EIA 報告書の項目と修正・更新内容

項目	修正内容
Chapter.I Introduction	・更新作業の背景、目的、方法を追加・修正
Chapter.II Project Description	・特になし
Chapter.III Policies, Legislation and Guidelines	・以下の項目に追記 3.1.2 Road Sector Environmental Policy 3.2.3 Public Road Act 1974 ・以下の項目を追加 3.2.6 Land Acquisition Guidelines 1989、3.2.7 Land Reform Act 1964、3.2.8 Local Self-Governance Act 1988 and Local Self-Governance Rule 1999、3.2.9 Land Revenue Act 1977、3.2.10 Child-Related Act 1993 and Child Labour Act 2001、3.3 Environmental Standards
Chapter .IV Exising Environmental Condition	・各表の数値修正 ・補償植林実績、植栽樹の成長見込み、野生生物痕跡調査結果、稀少動植物の同定、「ネ」国の保護区分布等を追記 (4.2.1.2、4.2.1.3、4.2.2.1、4.2.3、4.2.4) ・学校、病院に関する記述、地域社会特性と NGO との協調、最終線形と宗教・文化施設との関係を追記 (4.3.1.14、4.2.1.17、4.3.1.19)
Chapter. V Consensus Building	・新たな章を追加し、住民合意に関する当初 EIA 調査、予備調査の経緯を踏まえて本調査結果をまとめた
Chapter. VI Alternative Analysis	・当初 EIA 調査及び予備調査による推奨線形によって取得される土地、移転世帯数などの対比表に本調査による線形によるデータを追記 (Table 6.1)
Chapter .VII Environmental Impacts and Mitigation Measures	・全項目の環境社会影響の大きさを再検討し、現状の評価を明記 ・Figure 7.1 (標準道路断面図) を加えるなど、説明を充実 ・森林に与える影響についての記述、道路建設による森林荒廃の可能性、法面緑化による郷土種に与える影響について追記 (7.2.2.1 (i)、7.2.2.2 (iii)) ・用地取得に関する手順、小作人の権利を明記、補償金額決定委員会の Sub-committee に関する記述を追記 (7.2.3.1 (i)) ・道路建設による取得される用地、移転家屋などの数量を更新 ・Economic Valucation of the Impact の経済効果を最終線形にもとづいて再計算 ・Table 7.17 Evaluation of Beneficial Impacts が工事実施による影響評価であることを明記 ・Table 7.18 Evaluation of Adverse Impact が緩和策をしない場合の評価であることを明記 ・記述と Table 7.17、7.18 の内容を一致させ、表に評価の理由を追記 ・7.5 Evaluation of mitigation measures (Table 7.19) を追記
Chapter .VIII Environmental Management Plan	・緩和策を絞り込むための基準を設定 (8.2.1) ・Table 8.1 の内容を絞り込んだ緩和策だけとした ・モニタリング実施体制、予算について、責任の所在を明確化し、inter ministerial monitoring team は設立しないため当該部分を削除
Chapter .IX Conclusion and Recommendation	・本調査によるプロジェクトコストを反映

出典：DOR による更新 EIA 報告書

ii) 野生動植物への影響の確認（答申 3）

「ネ」国政府との協議

調査開始時に「ネ」国側と協議し、この点について既存資料による調査と専門家へのインタビューによって、稀少動植物の可能性を調査することで合意した。

稀少動植物の特定

「ネ」国の稀少種区分を規定する資料としては、National Parks and Wildlife Conservation Act 1973、CITES Appendices、国際自然保護連合（International Union for Conservation of Nature and Natural Resources、以下「IUCN」と称する）のRed listがあり、これと当初 EIA 報告書に記載された種から現地に存在する可能性のある稀少種が特定された。

当初 EIA 報告書の精査

今回 DOR は EIA 報告書更新作業チームを結成して作業にあたった。チームはプロジェクトマネージャーを総括とし、道路エンジニア、自然環境専門家、社会環境専門家から構成され、稀少種の調査に関しては自然環境専門家が担当した。専門家と当初 EIA 調査結果を精査した結果、当初 EIA 報告書では住民への聞き取り調査により存在する可能性のある全ての種を列記している。しかし、同時に現地痕跡調査を実施しており、個体及びその営巣・痕跡は確認されなかったことが判明したため、当該箇所の記述を修正した。なお、当初 EIA 報告書では、この結果が Methodology の項目に記載されている。

当初 EIA 調査でリストアップされた植物のうち、「ネ」国で稀少種として指定を受けているのはサル（ネパール名）（英名 *Shorea Robusta*）である。*Acacia Catechu* は 2007 年に保護解除されたが、IUCN の Red list では絶滅危惧種となっている。プロジェクトサイト周辺においては両種とも一般的に自生している種であり、周囲に残存する林地に多く自生している。

以上のことから、稀少種とされる植物への道路工事による影響は小さいと判断された。

iii) 補償植林に関する事項（答申 4）

植栽された樹木の生育の見通し

更新 EIA では、プロジェクトサイト周辺の気象条件や郡森林局（District Forest Office、以下「DFO」と称する）の指導と経験を積んだコミュニティ・フォレスト・ユーザーズ・グループ（Community Forest Users Group、以下「CFUG」と称する）には十分な植栽技術があること等から、総合的な判断として植栽木は良好に生育すると予測した。これに加え、植栽実施の技術的裏づけ、樹木生育のポテンシャル、第四、二工区での植栽実績などから植栽木は良好に生育するものと判断された。

道路の改良が新たな森林破壊を引き起こす可能性

「ネ」国での道路工事に伴う森林破壊は、どちらかと言えば工事作業員の生活のための乱伐による影響が大きいため、宿舎施設の整備等、これに対する十分な対処を工事仕様に盛り込むとともに、積算上も考慮した。これにより、道路建設工事が新たな森林破壊を引き起こす可能性は低いものと判断された。

法面緑化に使用する植生が既存の周辺植生に影響を及ぼす可能性

法面緑化に使用する植生は、カヤ・ススキ、芝、灌木で、すべてプロジェクトサイト周辺地域に自生するものとし、周辺の既存植生に影響を及ぼす危険性はほとんどないものと判断された。

iv) 補償に関する事項（答申 5、11、12、13）

補償プロセスの確認

本調査では、予備調査で確認した移転計画、手続きを再確認した。用地取得手続きに関しては、**Environmental & Social Management Framework** というガイドラインの **Chapter3-9 Table3.1** に手続き内容、責任機関、期間、根拠法が明確に記述されている。このガイドラインは 2007 年 6 月 26 日に承認されている。更新 EIA 報告書にはこの表を掲載した。

「ネ」国の補償方針の確認

ステークホルダー協議において、DOR は補償問題解決策として以下の 3 点を提案し、住民の合意を得た。1 点目は市場価格考慮にあたり、住民から実際の土地取引書類を提出すること。2 点目として、区（Ward）の代表者とプロジェクト事務所員から構成される **Sub-committee** を設立し補償額決定委員会（**Compensation Fixation Committee、Main-committee**）へ意見を出すこと。3 点目は、大半の土地を失う住民に対する具体的救済策である。

小作人など生計の手段を失う人々への配慮

これまで判明している土地を持たない小作人の世帯数は、10 世帯程度以下と DOR から知らされているが、この数値は正式な補償手続きを経て確定される。正式な契約を交わしている小作人の権利は、土地所有者と土地取得補償金の 50% を折半して受け取る権利があり、これは「ネ」国法の用地取得法（**Land Reform Act, 1977**）に決められている。このような処置は、第一工区からすでに適用されているが、既存工区の小作人数は第一工区でゼロ、第二工区では 1 名、第四工区では 12 名である（資料：DOR）。

小作人を含め、道路工事によって生計手段を失うような影響住民に対する配慮として、DOR は次の点を考えている。

- 全てをなくすような住民に対して、その他の影響住民よりも補償内容を考慮する。
- SPAPs を工事中の作業員としての雇用を優先する。しかし、最終決定は工事業者にあるため確約できない。
- 道路開通後に DOR はメンテナンス要員を雇用する予定がある。SPAPs をこれに優先的に採用する。しかし、人数は限定されている。

女性の補償に関する権利意識

現地住民は男女同権についての理解が深く、補償金の使途については家族で話し合っただけで決定するという意見が多数であった。家長である男性が補償金を独り占め、無駄遣いするような危険性は低いものと判断される。これは、これまでのステークホルダー協議での DOR の説明、啓蒙活動の成果であろうと考え

られる。また、DOR は、補償金支払いの際には、女性の同席を求めるよう努力する強い意向を示している。

不在地主への配慮

予備調査（2007年）では、想定線形上の不在地主は4世帯で、そのうちの3世帯の地主の存在が判明し、面接した結果、適正な補償条件のもとで用地取得に応じる考えがあることを確認した。今回の線形最終案をもとにした不在地主は、用地取得の手続きの段階で明確になる。もし、不在地主が確定できない場合は、「ネ」国法に基づいて役所が公示して地主を探し、それでも出てこない場合には工事を開始するが、その後地主が現れた場合には補償を行うこととしている。

v) 環境管理計画に関する事項（答申17、21、22、23）

緩和策の絞込み

EIA 報告書の更新作業では、影響緩和策について次の3つの選定基準を設けて絞込んだ。

- ① Mitigation を行わない場合の環境影響が significant と予測された項目に対するもの
- ② 「ネ」国法において、その対応が mandatory なもの（補償植栽、土地・作物補償等）
- ③ 土木エンジニアリングの一環として実施され、その費用が工事費として積算され、実施が確実視されるもの

モニタリング実施体制

「ネ」国 DOR には自然社会環境課（Geo-Environmental and Social Unit、以下 GESU と称する）があり、道路プロジェクトにおける環境モニタリングを実施している。本調査では、シンズリ道路プロジェクト事務所と上記担当課の合同会議を開催し、シンズリ道路建設工事に関するモニタリング実施体制について表 2-30 のように確認した。

表 2-30 段階ごとのモニタリング実施担当区分

段階	プロジェクト事務所	EMU	自然社会環境課	環境科学技術省
工事実施中	モニタリングレポートを「ネ」国政府に提出	プロジェクト事務所内に設立され、モニタリングを実施する。	モニタリングレポートにもとづいて、工事期間中の6ヶ月ごとに状況視察を行い、必要に応じて指導を行う	—
工事終了後1年以内	—	—	モニタリングを行う	—
工事終了後5年以内	—	—	モニタリングを行い、以降のモニタリングの必要性を判断する	—
工事終了2年時	—	—	—	監査を実施する（Environmental Protection Rule に規定あり）

出典：調査団

また、同合同会議では各組織の予算についても確認した。それによれば、環境管理室（Environmental Management Unit、以下「EMU」と称する）の活動資金はプロジェクト予算で賄われ、GESU はモニタリングに関する指導・監督及び予算を確保することとされている。

環境基準

「ネ」国においては、大気汚染に関する環境基準（条項については現在修正中であるため、暫定基準）が設定されている他、水質では飲料水に関し WHO の基準を準用しているが、これ以外の環境基準、排出基準はない。更新版 EIA では大気汚染、水質に関する基準として、「ネ」国における暫定基準、WHO の基準を掲載した。

なお、審査会報告では「大気、騒音などの項目についてはどのように考慮したか。重要な要素として取り扱い検討したか。」という質問があり、これについて調査団として以下のとおり回答した。

- 線形検討に際し第三工区を 19 区間に区分。各区間で家屋移転、土地の損失、騒音・振動、交通安全、周辺発展、地域分断、田畑分断、灌漑排水付替、利便性の 9 項目の社会環境影響を検討した。
- これらの項目ごとに、予備調査による線形案を評価し、問題が大きい場合、地形上の制約（コントロールポイント、前後の道路線形など）、自然環境への影響、経済性、施工性、防災安全性、走行快適性、将来の維持管理、景観も総合的に考慮のうえ、線形の変更を検討した。
- 工事中における周辺への騒音・振動影響の軽減策としては、1)工事車両の低速度走行、2)低騒音・低振動型のジェネレーターの使用、3)散水による粉じん飛散防止、以上 3 点を提案し、工事仕様に明記の上、積算にも反映した。

(4) 基本設計調査における環境社会配慮のまとめ

本調査の結果、環境社会配慮に関し、以下の点が確認されたと判断する。

- ① 道路線形（最終案）の策定
- ② 道路線形（最終案）、補償手続き・方針に対する住民の基本的了承
- ③ 道路用地（ROW）内の影響住民（PAPs）の詳細な特定作業の着手
- ④ 直接の影響住民について、適切な補償の下で事業に協力する用意があること
- ⑤ 補完調査を含めた EIA 報告書の更新・修正作業の完了と関係機関への配布
- ⑥ 適切な緩和策の絞込み、実効性の確認、モニタリング体制

これにより、本調査での必要確認事項全てが完了し、環境社会配慮の側面からは次の段階へと進むことができると結論する。

2.2.8 ムルコット地区地すべり調査

(1) 調査の目的

本プロジェクトサイト内のムルコット地区（STA. 12～STA. 17+300 付近）において、現地調査時に地すべり地形や崩壊が多数分布していることが確認された。

このため、当区域が道路建設上の大きな課題となる可能性があることから、詳細調査の実施に伴う適切な機器の設置により、今後の斜面の動きを把握することを目的として、調査を実施した。

1) 調査内容

主な内容

- ・地すべり土塊の岩盤の分布状況の把握
- ・下部斜面の崩積土の厚さ把握
- ・土塊の移動、地下水位変動、地盤傾斜計等の変動量把握
- ・雨季の降雨における地すべり斜面との関係把握

調査項目と内容

- ・測 量：大斜面崩壊部の機構解析のための横断図作成
- ・地質調査：地質構成の把握のための地盤内部調査（ボーリング）
地すべり面の推定のための計器類設置
- ・観 測：計器類設置後の変位の推移を把握するための継続観測

2) 実施数量

調査項目及び実施数量を表 2-31 に、位置図を図 2-10 に示す。

表 2-31 調査項目及び実施数量

項目	種別	細別	単位	数量	摘要
測量	地形測量	横断測量	m	1,200	
		横断図面作成	測線	2	
地質調査	ボーリング	土砂	m	43.85	3孔分
		岩盤	m	26.65	3孔分
		合計	m	70.50	3孔
	PVC管設置	歪計付	m	65	3孔分
観測	計器設置	移動杭	本	20	
		ひずみ計保護箱	箇所	3	
		地盤傾斜計保護箱	箇所	12	
		監視小屋	棟	1	
		雨量計	基	1	
		地盤傾斜計	基	24	
		地盤傾斜計基礎	基	12	
		防護フェンス	基	12	
	観測	移動杭	回	3	20箇所
		ひずみ計	回	21	3孔、7回
		地盤傾斜計	回	84	12基、7回
		地下水位	回	21	3孔、7回

出典：調査団

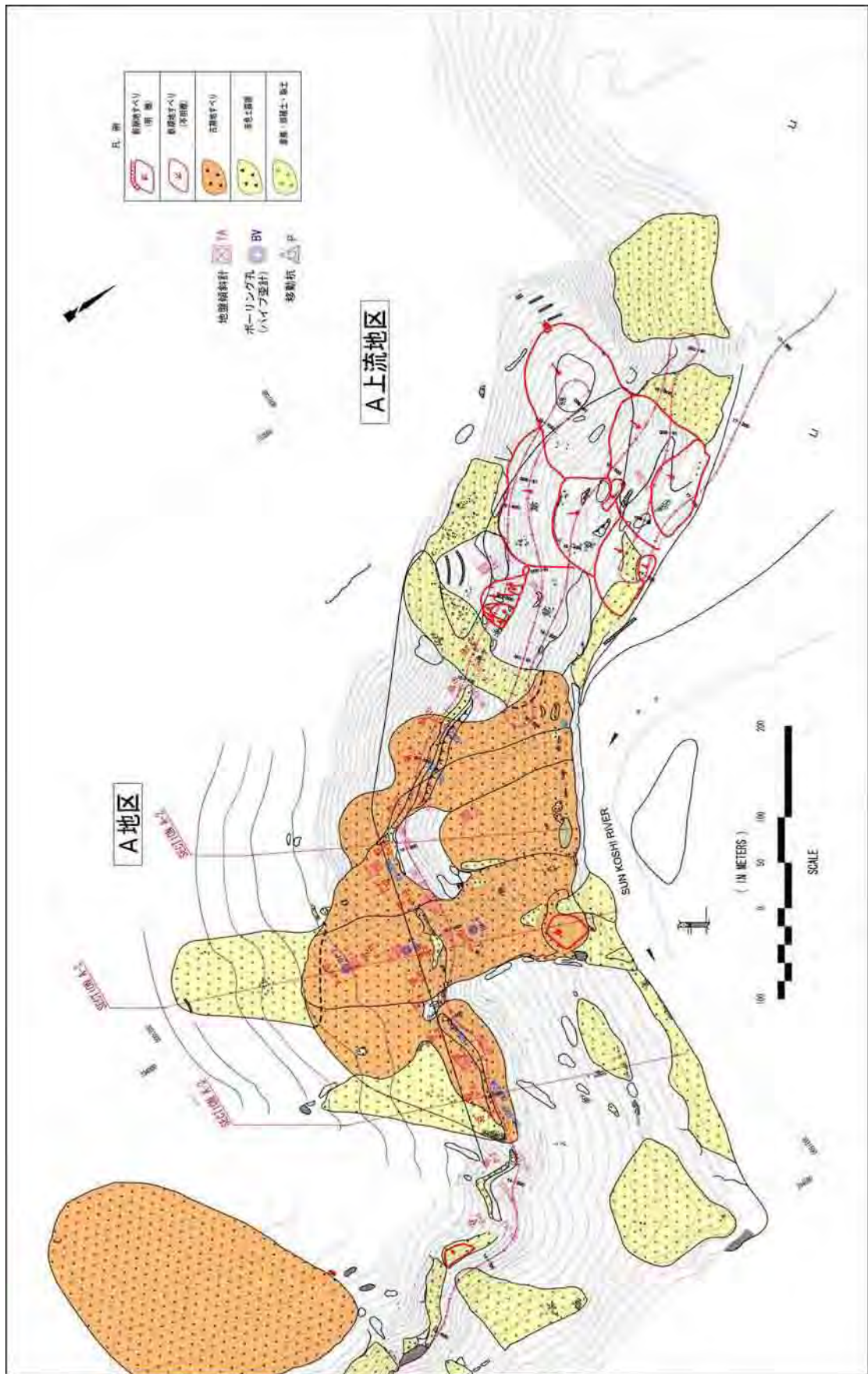


図 2-10 調査位置及び計器類設置位置図(1/2)

出典：調査団

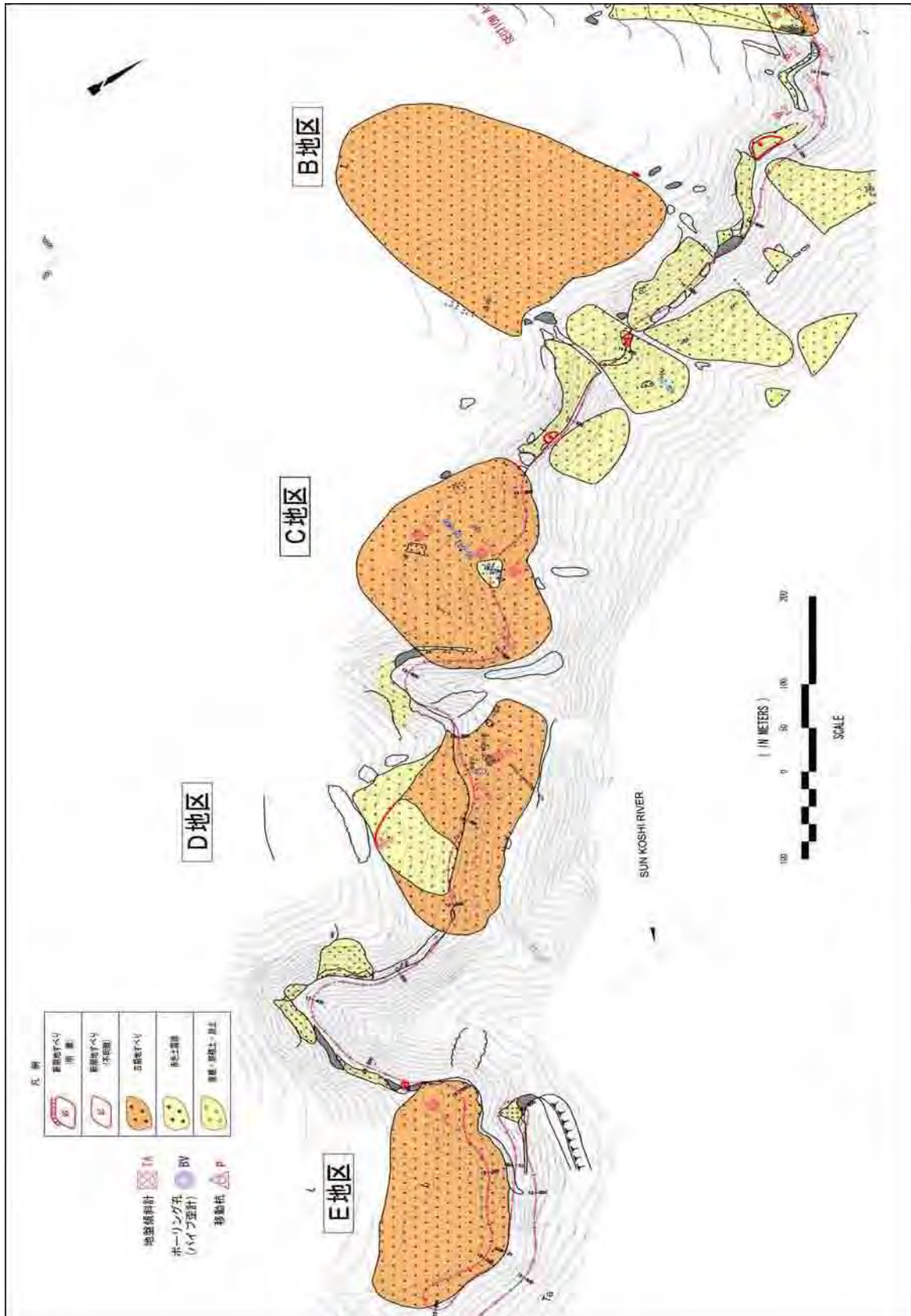


図 2-10 調査位置及び計器類設置位置図 (2/2)
出典：調査団

(2) 調査結果

1) 地区分けとその概要

対象地域は、地すべり等不安定斜面の分布状況から区分し、その概要は下記のとおり。

i) A 上流地区 (STA.15+400～STA.17+200)

比較的新しい地すべりが分布している地区。

ii) A 地区 (STA.14+800～STA.15+400)

計画道路を含む広い範囲に古い地すべり堆積物が分布している地区。現況では地すべり全体が不安定化していることを示す明瞭な兆候は認められないが、スコン川に面した下部斜面では、規模の大きな崩壊が近年発生している。

iii) B 地区 (STA.14+300～STA.14+600)

計画道路の上方に広く古い地すべり堆積物が分布する地区。現況では地すべり全体が不安定化していることを示す明瞭な兆候は認められないが、地すべりの下方にあたる道路山側の斜面は、表層部が不安定化している。

iv) C 地区 (STA.13+900～STA.14+300)

計画道路を含む範囲に古い地すべり堆積物が分布する地区。現況では地すべり全体が不安定化していることを示す明瞭な兆候は認められないが、二次堆積物の一部が不安定化している兆候がある。

v) D 地区 (STA.13+500～STA.13+900)

計画道路を含む範囲に古い地すべり堆積物が分布する地区。現況では地すべり全体が不安定化していることを示す明瞭な兆候は認められない。

vi) E 地区 (STA.12+400～STA.13+300)

計画道路を含む広い範囲に古い地すべり堆積物が分布する地区。現況では地すべり全体が不安定化していることを示す明瞭な兆候は認められないが、工事用道路法面が崩壊している箇所がある。

2) 基盤岩地質

当該地区の基盤岩は、古生代の下部 Nawakot 層群 Kuncha 層の堆積岩類（砂質岩、泥質岩）からなる。これらは弱変成しており、片状を呈する。

全般に砂質岩類が卓越するが、しばしば泥質岩類をはさみ、また互層を形成する。片理面の走向・傾斜は A 上流地区～A 地区では概ね N10～30W・20～40W である。B 地区～E 地区では概ね N10～55E・40～50NW である。

3) 不安定斜面の区分と分布状況

i) 古期地すべり

古い時期の地すべりに起因して堆積した土砂が分布する斜面である。土塊は標高 800m 付近から現河床+16m の高さまでの範囲に分布する。

堆積物は礫支持であり、赤褐色もしくは褐灰色のシルトまたは砂からなるマトリックスを含む、細粒分混じり礫に区分される土砂である。河岸や道路のり面では崩壊が発生している箇所がある。しかしながら広範囲に分布する地すべ

り堆積物全体が不安定化している兆候は認められなかった。これらの古期地すべりは過去のある時期に大きく変動し、それ以降は安定していると考えられる。

ii) 新期地すべり

主に A 上流地区に分布している。幅 200m、奥行き 250m の範囲に分布する。複数の運動ユニットからなり、ひとつひとつのユニットの規模は大きくはないと考えられる（平面規模では最大で幅 100m 程度）。これらの地すべりは、現在でも滑動が緩慢に継続している。斜面内に広がる岩屑は地すべり土塊の変動に伴うものと考えられる。また工事中道路の切土法面は数カ所で不安定化し、小崩壊や押し出しが見られた。

iii) 崩壊地

自然状態での崩壊の代表的なものは、A 地区の A-1 測線下部の崩壊地である。その規模は崩壊範囲だけで幅 80m、奥行き 50m に達し、土砂堆積範囲は更に広く、スンコシ川河床に達している。そのほか、工事中道路の切土法面に沿って、様々なタイプの法面崩壊が発生している。いずれも自然状態で安定していたものが、人為的な切土でバランスを崩して発生しているものである。規模は A 地区の A-1 測線下部の崩壊地をのぞき、いずれも小規模であった（最大でも深さ 2～3m 程度）。

iv) 緩んだ岩盤斜面

クリープやトップリングなどによって岩盤が緩み、不安定化している箇所。このような箇所の末端は崩壊地になっていることもある。道路建設をするうえでは末端切土などにより不安定化して変状が進行することがある。

v) 崖錐・崩積土

当該地区では次のような土砂類を崖錐・崩積土として定義した。

- ・ 急立した岩盤斜面の脚部に堆積した土砂。主に落石、崩壊により形成される。
- ・ 谷地形の出口（傾斜が緩くなる範囲）付近に緩い傾斜で堆積した土砂。主に崩壊、土石流により形成される。
- ・ 岩盤の緩みが進行し、原岩構造が不明瞭になった堆積物。

以上の堆積物は当該地区内の至る所に分布していたが、その規模は小さく、その分布深度は厚くても 5m 程度であることが多い。

以上の各地区の分布状況及び概要を図 2-11 に示す。

4) 地質推定断面図

地表踏査結果及びボーリング調査結果を総合した地質断面図を図 2-12 に示す。A-1 断面はボーリング調査実施箇所であり、A-2 と A-3 断面は A-1 断面を参考に作成した。

なお、ボーリング調査結果は資料 8-7 に添付されている。

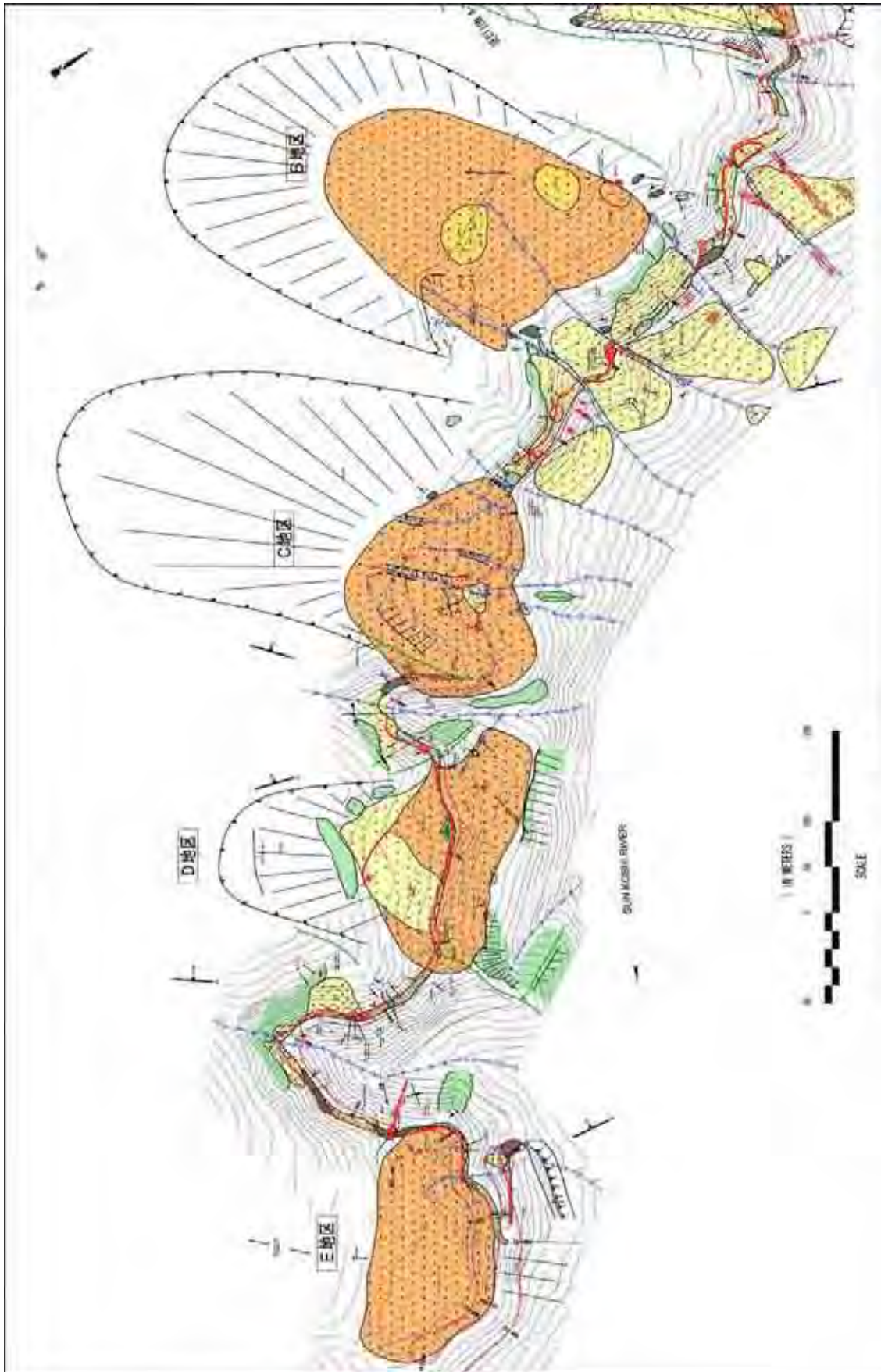


図 2-11 各地区の分布状況及び概要 (2/2)

出典：調査団

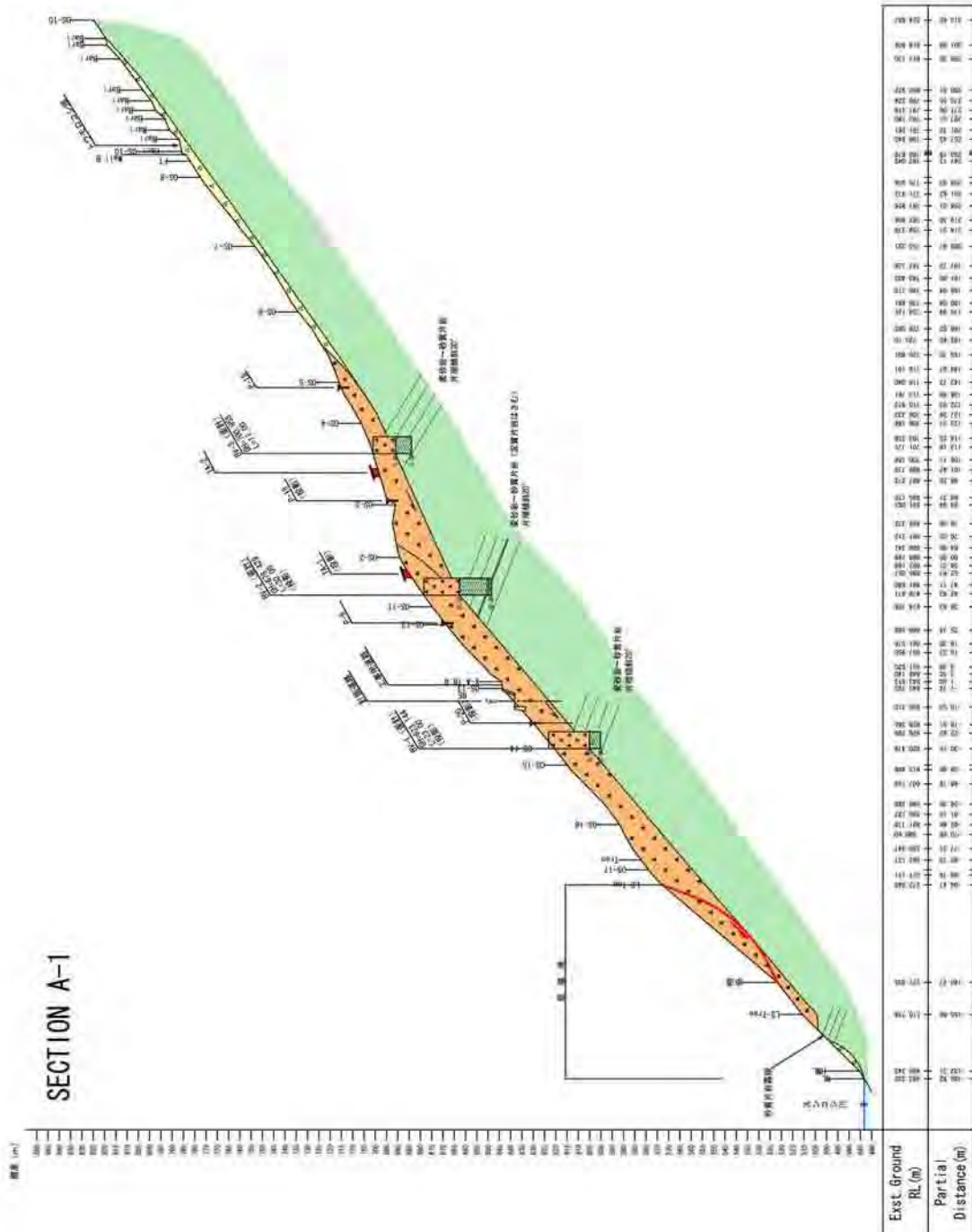
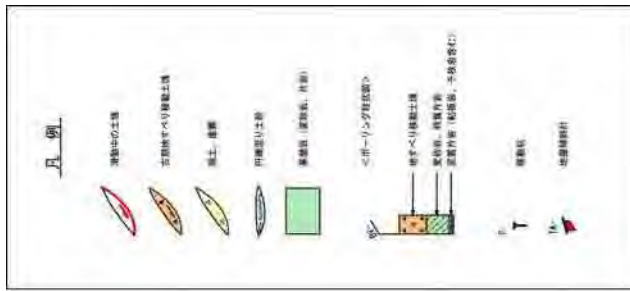


図 2-12 (1/3) A-1 地質推定断面図
出典：調査団

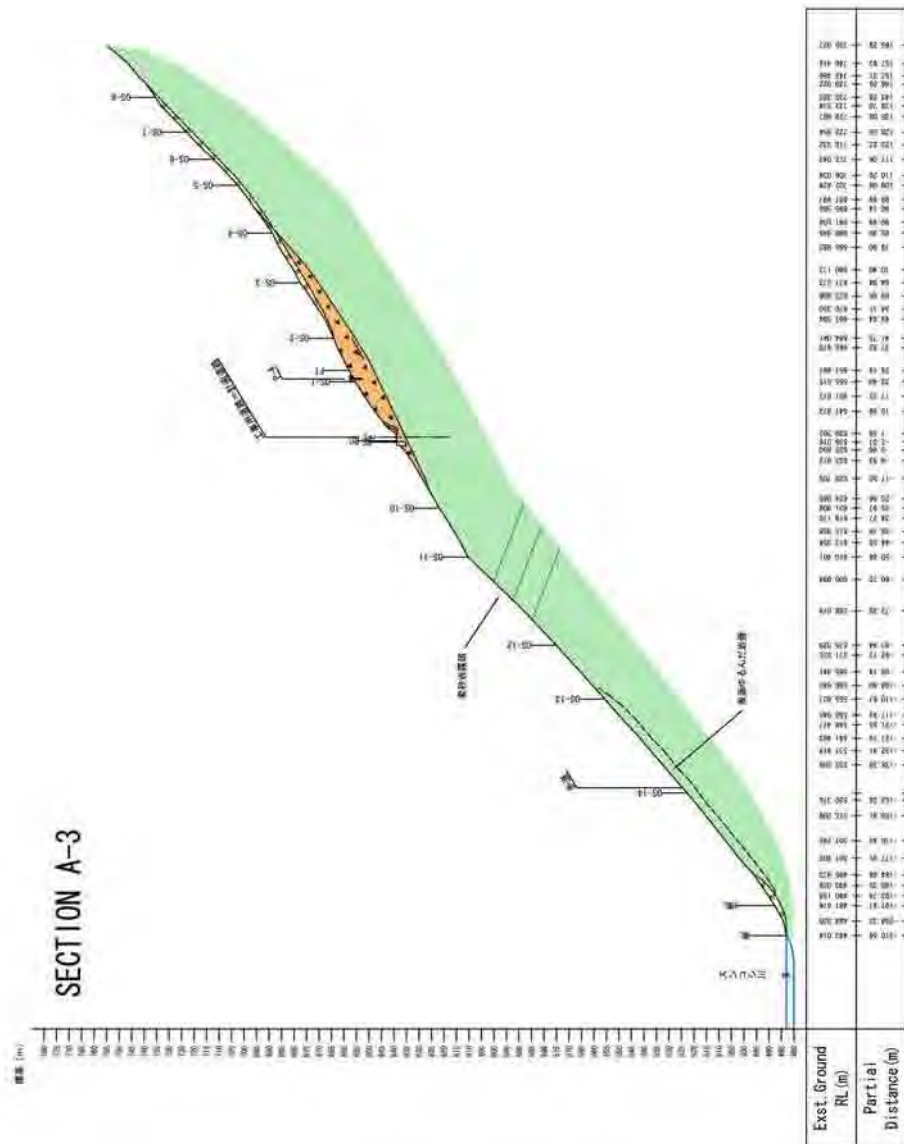
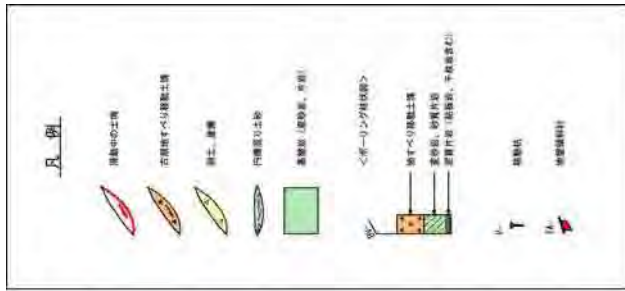


図 2-12 (3/3) A-3 地質推定断面図
出典：調査団

5) 地すべりモニタリング

i) 観測期間

計器設置後の観測期間は、2008年9月から10月末までで、概ね雨季終了後の2ヶ月であった。

ii) 機器設置

地すべり地形を呈する斜面の変動の有無を調査する目的で、A上流域(A')、A~Eの調査地にモニタリング機器を設置した。モニタリング機器はパイプ歪計、縦伸縮計、地盤傾斜計、移動杭からなる。また斜面変動と降雨・斜面内の地下水との関係を調査するため雨量計の設置、ボーリング孔内の地下水位計測を実施した。

詳細な設置方法、位置、仕様・構造及び設置状況については資料8-7に示す。

iii) モニタリング結果と今後の対応

移動杭

基準値に対して1~3cm程度の変位が観測されている。測定誤差も考えられるため、今後の観測の結果より変動状況を判断する必要がある。

パイプ歪計

全ての観測孔において局所的な変位が認められるが累積性はないことから、地すべり性の変動は認められない。

地盤傾斜計

全ての計器において変位が観測されるが、変動方向に累積性はなく、局所的なものと判断される。また、変動量は小さく、地すべり性の変動は認められない。

地下水位

BV-3孔で徐々に地下水位が低下する傾向にある。他の孔は孔底付近に地下水位が認められ、観測期間中の水位変動は確認されなかった。

なお、観測データについては資料8-7に添付されている。

(3) 道路建設計画の影響評価

詳細踏査区間の地すべり等不安定土砂に対する道路建設計画の影響を評価し、対応を検討した。




















各区間の不安定斜面の概要と対応を表2-32に示す。

表 2-32 プロジェクト沿いの不安定斜面の概要と対応

区間	不安定斜面の種別	想定される斜面変動	影響評価	対応	状況写真番号
STA.12+750～ STA.13+240	古期地すべり (E 地区)	地すべり堆積物が露出する切土のり面の崩壊(履歴有り)	全体としては安定。部分的に崩壊の可能性有り。	山側に擁壁で抑止。動態観測を継続。	写真 2-27
STA.13+250～ STA.13+270	緩んだ岩盤斜面(破碎帯)	緩んだ岩盤のり面くさび崩壊(履歴有り)	部分的に崩壊の可能性有り。	山側に擁壁で抑止。	写真 2-28
STA.13+420～ STA.13+470	崖錐	崖錐からなるのり面崩壊(履歴有り)	部分的に崩壊の可能性有り。	山側に擁壁で抑止。	写真 2-29
STA.13+470～ STA.13+485	緩んだ岩盤斜面(受け盤)	緩んだ岩盤のり面表層崩壊(履歴有り)	小規模な崩壊の可能性有り。	特に必要なし。	写真 2-30
STA.13+570～ STA.13+800	古期地すべり (D 地区)	地すべり堆積物が露出する切土のり面の崩壊	全体としては安定。	山側に擁壁で抑止。動態観測を継続。	写真 2-31
STA.13+825～ STA.13+850	緩んだ岩盤斜面(流れ盤)	緩んだ岩盤の流れ盤すべり(履歴有り)	部分的に崩壊の可能性有り。	山側に擁壁で抑止。	写真 2-32
STA.13+920～ STA.14+220	古期地すべり (C 地区)	地すべり堆積物が露出する切土のり面の崩壊・土塊の押出し	全体としては安定。部分的に崩壊の可能性有り。	山側に擁壁で抑止。動態観測を継続。	写真 2-33
STA.14+240～ STA.14+365	崖錐・崩積土	崖錐・崩積土からなるのり面の崩壊(履歴有り)	部分的に崩壊・すべりの可能性有り。	山側に擁壁で抑止。	写真 2-34
STA.14+365～ STA.14+425	崖錐	崖錐からなるのり面の崩壊(履歴有り)	部分的にすべり性崩壊の可能性有り。	山側に擁壁で抑止。	写真 2-35
STA.14+425～ STA.14+540	崖錐・崩積土・緩んだ岩盤斜面	崖錐・崩積土・緩んだ岩盤からなるのり面の崩壊(履歴有り)	部分的に崩壊の可能性有り。	山側に擁壁で抑止。川側擁壁は岩着に留意。	写真 2-36
STA.14+570～ STA.14+600	崖錐・緩んだ岩盤斜面	崖錐・緩んだ岩盤からなるのり面の崩壊(履歴有り)	部分的に崩壊の可能性有り。	山側に擁壁で抑止。	写真 2-37
STA.14+810～ STA.14+840	緩んだ岩盤斜面	緩んだ岩盤からなるのり面の崩壊(履歴有り)	部分的に崩壊の可能性有り。	山側に擁壁で抑止。	写真 2-38
STA.14+840～ STA.15+020	古期地すべり (A-3 地区)	地すべり堆積物が露出する切土のり面の崩壊	全体としては安定。部分的に崩壊の可能性有り。	山側に擁壁で抑止。動態観測を継続。	写真 2-39
STA.15+030～ STA.15+140	古期地すべり (A-1 地区)	地すべり堆積物が露出する切土のり面の崩壊。谷側の滑動。	全体としては安定。部分的に崩壊の可能性有り。	山側に擁壁で抑止。動態観測を継続。滑動した場合は線形シフト。	写真 2-40

STA.15+140～ STA.15+350	古期地すべり (A-2 地区)	地すべり堆積物 が露出する切土 のり面の崩壊	全体としては 安定。部分的 に崩壊の可能 性有り。	山側に擁壁で 抑止。動態観 測を継続。	写真 2-41
STA.15+400～ STA.15+460	崖錐・崩積土	崖錐・崩積土から なるのり面の崩壊	部分的に崩壊 の可能性有り。	山側に擁壁で 抑止。川側擁 壁は岩着に留 意。	写真 2-42
STA.15+460～ STA.15+520	新期地すべり (A 上流地区)	地すべり堆積物 が露出する切土 のり面の崩壊・押 出し。	部分的に崩壊 の可能性有り。	山側に擁壁で 抑止。川側擁 壁は岩着に留 意。	写真 2-43
STA.15+540～ STA.16+000	新期地すべり (A 上流地区)	地すべり滑動によ る路面、擁壁の移 動	部分的に崩壊 の可能性有り。	山側に擁壁で 抑止。川側擁 壁は岩着に留 意。	写真 2-44
STA.16+380～ STA.16+600	新期地すべり (A 上流地区)	地すべり滑動によ る路面、擁壁の移 動	部分的に崩壊 の可能性有り。	山側に擁壁で 抑止。川側擁 壁は岩着に留 意。	-
STA.16+760～ STA.17+110	新期地すべり (A 上流地区)	地すべり滑動によ る路面、擁壁の移 動	部分的に崩壊 の可能性有り。	山側に擁壁で 抑止。川側擁 壁は岩着に留 意。	写真 2-45

出典：調査団

				
写真 2-27	写真 2-28	写真 2-29	写真 2-30	写真 2-31
				
写真 2-32	写真 2-33	写真 2-34	写真 2-35	写真 2-36
				
写真 2-37	写真 2-38	写真 2-39	写真 2-40	写真 2-41
				
写真 2-42	写真 2-43	写真 2-44	写真 2-45	

出典：調査団

2.2.9 斜面モニタリングのための講習会

(1) 目的

本調査内での地すべり地の動態観測は、計器類設置後から 10 月末までの乾期のみであり、雨季における降雨との関係が把握できなかった。一方、DOR では道路関連の計器類を用いた地すべり動態観測は初めての経験である。このため、この機会を捉え、計器類による継続観測の重要性、目的と方法及びデータ作成についての技術移転を行うことを目的として、講習会を開催した。

(2) 開催日

2008 年 9 月 17 日（水）～2008 年 9 月 19 日（金）の 3 日間

(3) 開催場所

ホテルエベレスト：9 月 17 日、19 日

ムルコット現場：9 月 18 日

(4) 参加者

- ・ DOR：18 名
- ・ MOPPW：1 名
- ・ DWIDP：9 名
- ・ 在ネパール日本大使館：2 名
- ・ JICA ネパール事務所：1 名
- ・ 調査団：1 名
- ・ 計：32 名（資料 8-9 に参加者名簿を示す）



写真 2-46

室内での講習状況

(5) 内容

- ・ 講習会の目的
- ・ 地すべり一般概要
- ・ ムルコット地すべり概要
- ・ 計器類の説明・目的・観測方法
- ・ 現地での実習

プログラム内容、講習内容及び配布資料を資料 8-9 に示す。



写真 2-47

現場での講習状況

(6) 機材の引渡し

講習会の結果、斜面モニタリングの重要性と観測方法を理解した DOR は、本対象地区の継続観測及びその後の他の地すべり現場への応用のため、計器類の引渡しを JICA に要望した。

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの概要

3.1.1 上位目標とプロジェクト目標

「ネ」国政府は 1956 年に第1次5カ年計画を策定し、現在は暫定 3 カ年計画(2007 年 7 月～2010 年 7 月)のもとに国家整備が進められている。

DOR は、暫定 3 カ年計画以降の国家目標を念頭に、「ネ」国全土を対象とした今後 20 年間の戦略道路網整備計画(SRN)を 2005 年 12 月に策定した。この中で本プロジェクトは、最重要路線に該当する具体的な優先プロジェクトのリストの上位に掲げられ、「ネ」国でも人口密度の高い東部テライ地域と首都カトマンズを結ぶ国道6号線(H06)とされている。

「ネ」国の交通運輸体系はその大部分を道路に依存しているため、国家開発計画の達成と国家経済的な見地から輸送費の軽減を図る上で、既存道路網の改善と新規道路網の進展は重要な課題である。また、既存道路の問題点の一つとして、カトマンズと南部テライ地域及びインドを結ぶ事実上 1 本の主要通商ルートであるプリチビ道路が、毎雨期の土砂災害により交通を障害する危険が高いことと、主要農業生産地である東部テライ地域から極めて大きな回り道であることが挙げられる。

本プロジェクトは、上記の問題解消のため、カトマンズとテライ地域及びインド国境を結ぶ第二の主要幹線道路として、シンズリ道路建設計画事業の達成を促進し、全線が開通することを目標とするものである。

本プロジェクトによって、移動時間の短縮と交通安全面が向上することにより、物流の安定、産業振興及び地域経済の活性化と沿道地域住民の生活の向上が図れることになる。

3.1.2 プロジェクト概要

本プロジェクトは、上記目標を達成するため、無償資金協力を行うとともに、クルコットからネパルトック間の 1 車線道路の新設と、河川箇所にはコーズウェイの設置を実施することとしている。これにより、延長 36.8km、道路標準幅員 4.75m の 1 車線道路と河川箇所にはコーズウェイ 12 箇所が新設される。この中における協力対象事業は表 3-1 に示すとおりである。

表 3-1 協力対象事業

種別	項目	内容・規模
道路建設	道路延長	36.8km
	道路幅員	4.75m
	舗装構造	標準部：瀝青表面処理 (DBST、上層路盤 15cm、下層路盤 15cm) ヘアピン部：アスファルトコンクリート (表層 5cm、基層 2 x 5cm、下層路盤 15cm)
	設計速度	30km/hr (ヘアピン部を除く)
	横断排水	ボックスカルバート：24 箇所 パイプカルバート：283 箇所 (灌漑用を含む)

	バス停	19 箇所に設置
	待避所	164 箇所に設置
	防護柵	プレキャストコンクリート壁式：危険箇所のみを設置
コーズウェイ建設	道路幅員	4.75m
	構造形式	連続ボックスカルバート
	延長	No.3 コーズウェイ：130m（第二工区の残り） No.4 コーズウェイ：30m（第二工区の残り） No.5 コーズウェイ：50m（第二工区の残り） #1 コーズウェイ：30m #2 コーズウェイ：190m #3 コーズウェイ：20m #4 コーズウェイ：50m #5 コーズウェイ：90m #6 コーズウェイ：40m #7 コーズウェイ：60m #8 コーズウェイ：70m #9 コーズウェイ：90m

出典：調査団

3.2 協力対象事業の基本設計

3.2.1 設計方針

(1) 基本方針

1) 対象区間

対象区間は、クルコットからネパルトックの当初の 32km 区間に、第二工区の残り区間 3.9km を加えた 35.9km を新たな対象区間とした。

2) 設計概念

プロジェクト道路は、シンズリ道路建設計画の一部を構成する区間であり、また、「ネ」国の SRN として重要路線の位置付けから、単独で独自の概念を策定するものではなく、1986 年のフィービリティ調査からの過去の整備方針及び設計方針を踏襲した。

なお、第二工区の残り 3.9km 区間は、すでに第二工区としての設計方針で詳細設計が完了していることから、本方針は当初の 32km 区間について適用した。

3) 道路計画方針

協力対象事業の道路は、亀裂の多い軟硬岩と脆弱な地質構造、河川沿いや浸食性丘陵地及び急峻な地形等を呈する地形・地質地帯を通過し、自然災害を被るリスクの高い厳しい自然環境の中で建設される丘陵・山岳道路である。このため、環境影響の低減及び道路防災に最大限の配慮をした道路計画とした。しかし、このような環境のなかで、自然災害を被ることのないサービス水準の高い道路を計画した場合、長大切土・盛土のり面の出現による環境影響の増大、さらには、大規模な道路施設及び道路防災対策等が求められるため事業費の大幅な増大をもたらす結果となる。

一方、無償資金協力により実施が予定される本事業は、資金的な制約のなかで事業内容を計画するとともに、事業内容がその目的を達成し、かつ持続性を有する必要がある。このため、交通路の開通と建設された道路が、持続性を有するものであることを道路計画の基本方針とした。資金的及び自然環境の制約

のなかで極力サービス水準の向上を図る方針で、日本側の審査会からの 23 項目の答申内容も踏まえ、慎重な路線計画と適切な工法で道路計画を行った。

具体的には、交通需要の伸びに合わせた段階施工方式の導入、簡易な渡河施設であるコーズウェイを採用した。また、事業費の縮減、自然災害の頻発が予想される地域の回避ならびに抑制的な災害対策を採用した路線計画「環境に優しいシンズリ道路建設計画 (Environmentally Friendly Sindhuli Road Construction Project)」を道路整備計画の方針とした。このため、設計速度はヘアピン部を除き 30km/hr を統一的に採用し、切土・盛土のり面の高さが小さい地形に調和した道路の実現を図った。

4) 主なコスト縮減対策

前述の方針を踏まえ、コスト縮減の主な対策を下記に掲げる。

i) 段階施工方式の採用

第四工区及び第二工区と同じく本調査で行った交通量計測結果の解析から、将来需要予測値が 1999 年の「シンズリ道路建設計画 (第二工区) 基本設計調査」における想定値を若干上回る結果となった。しかし、まだ 1 車線当たりの交通容量に対して 2018 年まで余裕があった。このため、今まで策定した道路整備計画方針の柱である段階施工方式を継続して採用した。これは、当初において無償資金協力により 1 車線道路を建設し、将来的に「ネ」国側で交通量の伸びに応じて 2 車線へと段階的に移行できるような施設を計画するものである。

ii) 道路標準幅員

1988 年のフィージビリティ調査での計画である道路幅 5.5m の 2 車線を、第二工区と第四工区的设计方針と同様に、段階施工の第 1 段階と位置づけられる道路標準幅員 4.75m の 1 車線道路に縮小した計画とした。

iii) 舗装構成

1988 年のフィージビリティ調査における完成 2 車線時の計画であるアスファルトコンクリート舗装 (表層 5cm、上層路盤 25cm、下層路盤 35cm、合計 65cm) を、段階施工の第 1 段階の位置付けである瀝青表面処理舗装 (DBST、上層路盤 15cm、下層路盤 15cm) とした構成とした。ただし、ヘアピン部を除く。

iv) 渡河構造物の構造形式と延長

1988 年のフィージビリティ調査での計画である総延長約 1,000m の橋梁形式を、ボックス型コーズウェイ形式とし、総延長を約 640m に短縮した。

v) 斜面崩壊対策

地山が安定した土砂・軟岩の場合は、できるだけ「ネ」国で普及している緑化工を採用し、斜面の浸食と崩壊を防止する計画とした。なお、安定勾配で切土すると長大となる場合は、経済的・防災的に有利となる勾配を急にした構造物によるのり面保護工を採用した。また、環境に配慮して切土のり面長が極力短くなるよう、切土高さはおおむね 7~10m 程度とした。

5) 「ネ」国側の道路維持管理の参加

以上のような整備方針で、斜面崩壊の多発、大規模な地すべり及び洗掘による道路流失を誘発しないよう、限られた予算内で対応を検討した。しかし、それでも予期せぬ事態が発生する可能性は否定できないため、工事中及び完成後の災害復旧や道路維持管理に係わる DOR の最大限の参加を求める方針とした。

6) 路線の線形

道路線形計画は、本調査に先立ち行われた予備調査で検討された道路線形（案）を基本とした。今回の現地調査では、既存道路や地形・地質条件及び社会・環境条件に係わる新たな情報を踏まえ、事業費の縮減と社会・環境に配慮して精査を行った。その結果の最適線形を「ネ」国に示し、その線形に基づくステークホルダー協議の実施で合意された最終線形を、基本設計の対象となる路線とした。

(2) 自然条件に対する方針

1) 気候や降雨に対する方針

プロジェクトサイト付近の第二工区側のシンズリガリと、第四工区側のドリケルの観測所及びネパルトック観測所（降雨のみ）の過去 10 年間の記録を収集した。これらの平均値の記録から、シンズリガリでの最高気温は4月の31.7℃、最低気温は1月の7.2℃であり、ドリケルでの最高気温は5月の26.6℃、最低気温は1月の3.4℃で、温暖で昼夜の気温差が大きい内陸性気候であった。一方、降雨量については、シンズリガリでの最高は7月の745.8mm、最低は12月の7.4mm、年間で2,613mmであり、ネパルトックでの最高は7月の296.3mm、最低は11月の9.0mm、年間で887mmであった。5月下旬から10月上旬がモンスーン季となっている。このため、品質管理上から舗装工事（DBST 舗装とアスファルトコンクリート舗装）、また、安全管理上からコーズウェイ工事及び護岸工事についてモンスーン季を避けることとした。なお、その他の工事については、降雨による大きな影響は比較的少ないと判断されたため通常の稼働率で計画した。

2) 河川・水域に対する方針

モンスーン季における水域特性を考慮して、渡河構造物、護岸、側溝及び横断排水施設に対する設計流出量又は設計洪水量を算定した。降雨強度算出又は洪水流量算出には、プロジェクト道路に近い降雨・流量観測データを使用した。具体的には、渡河構造物はシンズリガリ雨量観測所、側溝・横断排水施設はネパルトック雨量観測所、スンコシ川はパチュワールガット流量観測所、ロシ川はパナウティ流量観測所のデータとした。

3) 地形・地質に対する方針

地形は、「ネ」国を北西—南東方向に走る地質構造線の影響を受け、主に北西—南東方向の尾根線が形成され北側へ傾斜している。それらを切るように、北東—南西方向のスンコシ川支流が発達し、合流部では扇状地を形成している。路線計画は、尾根方向の地形なりに沿って道路構築規模を極力少なくし、支流の渡河構造物は、連続ボックスカルバート形式を計画した。

一方、地質は「ネ」国を南北に大きく二分する主境界断層（MBT）の北部域にあたり、地層は主に古生代のナワコット層群の弱変性作用を蒙った粘板岩系や千枚岩系で構成され、走行傾斜は変化に富んでいる。また、段丘堆積物や崩積土の分布域も多く存在している。路線計画では、まず防災上危険性のある地すべり等区域をできるだけ回避した。土工計画は、安定勾配でのり面規模を極力短くし、不安定部は擁壁やのり枠等の最低限必要な構造物で安定度を高め、災害リスクの低減を図った。

4) 森林・樹木に対する方針

ほとんどの斜面はすでに開墾が進み、森林として低木層～高木層まで十分に発達している個所は非常に少ない。植生が極端に乏しい斜面も多いが、立派な樹木周りが休憩施設として利用されている個所が多い。路線計画は、巨大樹木を避け、森林への影響を極力少なくなるように切土・盛土のり面を最小にし、のり面は早期緑化を図ることとした。

なお、立木伐採の範囲は、建設に必要な道路幅内のみの必要最小限とした。

5) 地震に対する方針

プロジェクトサイトを含む地域は、インドの耐震設計基準（Indian Standard Criteria for Earthquake Resistant Design of Structure, Third Revision, 1989）において、最も危険度の高いゾーンVに位置する。そのため、コーズウェイと擁壁の設計計算で地震を考慮した。

6) 自然環境への配慮

プロジェクト道路のスンコシ川周辺は、風光明媚な自然環境に恵まれた地域である。このため、それらの景観を満喫できるよう、谷側に小規模な切土法面を残さず平らに整形し、極力パーキング可能な空間の確保に努めた。なお、路線近辺で活動している動物への配慮は、希少動物の存在がほとんどないこと、計画されている道路幅や盛土・切土の規模が小さいこと、横断管が随所に設置されることなどから、「けもの道」に配慮したエコロード的な特別の施設設置は不要と考えた。

(3) 社会環境条件に対する方針

1) 社会環境への配慮

プロジェクト道路の路線沿いには、多くの集落と優良な耕作地が存在し、商店街や集会所も所々に分布している。路線計画では「家屋移転、土地の損失」、「振動、騒音、排気ガス、粉塵」や「交通安全、地域・田畑・灌漑配水網分断」の影響を考慮した。このため、極力それらを回避することを基本とし、避けられない場合は総合的に検討し、家屋等の移転件数及び優良な耕作地への影響を極力小さくにした。また、耕作地周辺には灌漑施設（農業用水路）が網状に布設されているので、十分な機能補償を行う計画とした。

2) 将来のニーズへの配慮

プロジェクト道路は、シンズリ道路の中間に位置している。このため、ドライバーへの休憩サービスや本プロジェクトを生かした将来の周辺地域発展の

見地から、路線線形の計画に伴い発生する、又は隣接する空地等の有効利用を図ることを目的とし、可能性のある候補地を提示した。

(4) 建設事情及び調達事情に対する方針

1) 労務調達事情

施工に従事する単純作業労務者は、沿線内で比較的容易に確保できる。住民説明会でも農業従事以外の仕事はほとんどないので雇用を求める意見が多かった。しかし、近年、周辺諸国や中東諸国の建設需要の高まりに伴い、技能を備えた多くの労働者は出稼ぎに出ており、道路建設に必要な技能を要する労働者は質および量とも不足している。なお、「ネ」国における労務者の賃金は、物価と同様に上昇傾向にある。

2) 建設資機材

「ネ」国内において、建設材料のうち天然資材（砂利、石材、木材）、鉄筋及び蛇籠鉄線については、市場で入手が可能である。なお、補強土壁用の資材・製品は高い品質が求められることから日本からの調達とした。

3) 労働法規及び規定

労働者の雇用に際し、「ネ」国の労働基準法（Rule and Regulation for Workers and Employee to the Private Institution and Factory in Nepal、1991年・1993年）を遵守することとした。

4) 日常生活物資

施工に従事する遠隔地からの出稼ぎ労働者のための飲料水、宿舎での調理に必要な燃料は、地域住民感情及び自然環境に配慮し、プロジェクトサイト外からの手配を考慮した。

(5) 現地業者の活用に係わる方針

1) 「ネ」国建設業者の参加に関する考え方

我が国無償資金協力の枠組みの中で、「ネ」国の建設業者が品質を確保し、適切な下請け金額で事業を実施するために、我が国元請業者と下請け業者との間の価格交渉期間を十分確保できるスケジュールを策定した。

2) 「ネ」国で製作、加工の可能な製品の使用

中小の工場で製作可能な製品として、鋼製支柱、蛇籠用鉄線等がある。「ネ」国で調達可能でない製品については我が国又は第3国調達とした。

3) 建設機械の調達

舗装用（アスファルト関連）機械は「ネ」国でリースにて調達が可能である。「ネ」国で調達可能でない建設機械については我が国又は第3国調達とした。

(6) 実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針

本プロジェクトの実施機関である DOR は、過去に我が国の無償資金協力事業を実施してきている。シンズリ道路建設計画における 1996 年の第一工区建

設当初からの実績で判断できるように、本プロジェクトの実施に対する運営・維持管理能力は高いと考えられる。

しかしながら、工事完了後の維持管理については、道路延長が長いこと、舗装構造やのり面工が必要最小限であることなどから、計画的な維持管理計画と予算確保が必要である。

(7) 施設のグレードの設定に対する方針

1) 道路設計基準

シンズリ道路の当初の設計基準は、1993年のアフターケア調査において、DORの道路幾何構造基準をベースに、これにより難しい場合や規定の無い項目については日本の道路構造令により補完することで、「ネ」国との協議の上で独自に設定された。その後の第二工区及び第四工区では、それらの基準を一部修正して設定された。本プロジェクト道路も同じ路線であるため、過去の経緯から第二工区及び第四工区での基準に準拠した。

2) 設計速度と走行速度

日本の「道路構造令」では、道路の設計速度の設定区間は、路線の性格や重要性、交通量、地形及び地域が概ね等しい区間は、標準的な最小区間長が10～15kmで同一の区間とすることが望ましいとされている。また、地形上やむを得ない場合でも短区間で設計速度を変化させることは、運転者を混乱させ交通の安全性・快適性の面からも好ましくないから、一つの設計区間はできる限り長いことが望ましいとされている。プロジェクトサイトは山地部区間であるが、その間に急峻地形や丘陵地及び平地が入り混じる複雑な地形である。このため、地形に合わせて設計速度を計画すると2km以下の短区間で変化することとなり好ましくない。このため、概ね丘陵～山地部区間が多いことから、統一尺度として、「ネ」国道路設計要領の基準から、アフターケア調査で推奨された30～40km/hrの下方値である30km/hrを本対象路線の設計速度と設定した。ただし、特に例外的なケースであるヘアピンカーブ部での設計速度は20km/hrを採用した。

なお、本対象区間での実際の走行は、地形の緩急、曲線の大小及び沿道条件に応じて部分的又は短区間で変化するため、その部分・区間の走行速度に対応した基準も考慮して計画を行った。具体的には、ヘアピンカーブ部以外で地形条件が部分的に厳しい区間では走行速度対応を20km/hrに、また、平坦部や台地部で線形が緩く速度の出やすい区間では、走行速度対応として40km/hrを適用して適切な設計を行った。

3) 道路施設の設計及びグレード

道路施設の設計基準は、「ネ」国DOR基準及び標準図集に従うことを原則とした。それに規定されていないものに関しては日本の基準で補足した。

また、整備のグレードについては、ロシ川やスンコシ川沿いの道路構築物及びコーズウェイの設計洪水流量の再現確率を、日本の基準である「河川砂防技術基準」に示されている河川の重要度と計画の規模による分類を参考に、過去

の工区と同様に 50 年とした。道路横断排水施設も日本の基準である「道路土工・排水工指針」に準拠し、斜面や流下の適用条件により 5～25 年、路面排水となる縦断排水（側溝）は 3 年とした。

完成後の円滑な維持管理を図る上では、特に急傾斜やジグザグ区間の交通安全を重視した。コンクリート防護壁を設置するとともに、維持修繕が容易となるよう、「ネ」国で普及している構築物の形式・構造と可能な限り「ネ」国で製作可能な製品を採用した。なお、切土及び盛土ののり面は「ネ」国の責任で維持管理を行う計画とした。

(8) 工法、工期に係わる方針

1) 既存道路の積極的利用

プロジェクト道路の路線沿いには、近年、「ネ」国側で施工した幅員が 3～4m で、切土のり面と路面は処理されていない車両が通行可能なトラック道路が、始点側クルコット地区に約 3km、終点ネパルトック側から約 26km の区間に設けられている。このため、用地取得に係わる社会環境への配慮ばかりでなく「ネ」国側の補償費の縮減、また建設費の縮減の目的から、多少の改良を行い工事用道路として、又は本線道路として積極的に利用する計画とした。

2) 施工着手位置及び順序

第二工区側及び第四工区側からアクセスができるため、全体工事費が最も安価となる両側からの同時着手を計画した。その後の中間部の施工順序は、既存道路を工事用道路として利用する計画としたため、基本的にはどこからでも可能となった。

3) 工期設定

当該事業の工事期間が 53 ヶ月と算定されたことを勘案し、無償資金協力の 3 年国債二期分け案件として事業を実施することとした。

(9) 社会経済条件に対する方針

1) 国家戦略道路網としての道路機能の確保

「ネ」国の国家戦略道路網（SRN）の国道 6 号線（H06）として、また中部丘陵東西ハイウェイ構想の一部を構成する道路として、経済成長と産業振興が図れ、社会・経済活動を刺激・活性化することがプロジェクト目標とされている、これらの役割を果たす道路機能を有するためには、年間を通じての交通の確保が課題であるため、経済性を考慮しつつ必要最小限の防災性を有するものとした。

2) 生活道路としての役割

幹線道路としての機能ばかりでなく、地域開発と周辺の産業振興を促進し、沿線の地域住民の生活が向上されることも期待されている。このため、アクセスがよい生活道路としての利便性も考慮した。

3.2.2 基本計画

(1) 全体計画

1) 道路線形計画

i) 道路線形の調整

予備調査で提案された全区間の道路線形（案）を基本に、今回の現地調査で得られた地形・地質条件や社会・環境条件等に係わる新たな情報を踏まえ、かつ、事業費の縮減に配慮して線形の見直しを行った。見直しは、全体 32km を地形及び区間を代表する特徴的な見直し理由の観点から、図 3-1 に示す 19 区間に分割して行った。

区間毎にルート計画・選定に係る自然社会条件を予備調査での推奨ルートと対比して、調査団が推奨するルートと推奨理由を取りまとめたものを表 3-2 に示す。詳細な検討内容と線形調整結果は資料 8-8 に示す。

なお、見直しの主な方針と比較特性項目は下記のとおりである。

見直しの主な方針

- ① 表 3-5 の道路設計基準に基づく。
- ② 社会環境影響を軽減（大規模土工、灌漑田畑、家屋を避ける）する。
- ③ 急峻地形・劣悪な地質区間を避けて被災リスクを極力小さくする。
- ④ 擁壁、のり面対策工等の規模を小さくして環境影響および工事費を縮減する。

線形検討における比較特性項目

- ① 社会環境への影響（家屋移転、土地の損失、騒音・振動、交通安全、周辺発展、地域分断、田畑分断、灌漑排水、利便性）
- ② 自然環境への影響軽減
- ③ 経済性
- ④ 施工性
- ⑤ 防災上の安全性
- ⑥ 走行上の快適性
- ⑦ 将来の道路維持管理
- ⑧ 景観



図 3-1 第三工区の 19 分割された線形検討区間位置図

出典：調査団

表 3-2 (1/2) 道路線形選定に係る自然・社会環境条件と代替案及び推奨ルート

No.	検討区間		現地踏査で確認された線形計画に係る自然・社会環境条件他	予備調査で提案された推奨ルート案および代替ルート案		調査団による予備調査での推奨ルートおよび代替ルートに係る修正・追加提案(調査団の推奨ルート)	調査団の推奨する道路ルートの選定理由	備考
	特徴による区間の呼称			推奨ルート案	代替ルート案			
	始点	終点						
1	スンコシ川河川沿い区間 0+000 (Bhadaure Khola) 1+000 (Bhalu Khola)		<ul style="list-style-type: none"> パイロット道路約 700m 建設済み スンコシ川 HWL 影響区間 崩積土と風化片岩の分布域(一部硬岩) Bhalu Khola コーズウェイ前後の取り合いが縦断のコントロール 	<ul style="list-style-type: none"> ほぼアフターケア調査(AC)ルート 	<ul style="list-style-type: none"> なし 	<ul style="list-style-type: none"> HWL 以上に縦断設定(STA1+000: PH=470m)。 平面線形はパイロット道路沿い。 縦断線形は現歩道高さをコントロールとする。 	<ul style="list-style-type: none"> 最小の切・盛土とする 洪水による被災リスク軽減 	線形検討資料 No.1
2	スンコシ川河川沿い区間 1+000 2+400		<ul style="list-style-type: none"> 層理が立っており一部転石群 堆積物の緩斜面から粘板岩の急斜面に変化 大木 3 本あり 	<ul style="list-style-type: none"> ほぼ AC ルート 	<ul style="list-style-type: none"> なし 	<ul style="list-style-type: none"> No.1 区間より河床勾配に合わせ、かつ HWL 以上に縦断設定 山側シフトかつ地形に沿った平面線形 	<ul style="list-style-type: none"> 洪水による被災リスク軽減 最小の切・盛土とする 工事中に現歩道を生かす 大木を回避 	線形検討資料 No.2
3	Bhalayetar 崩壊地回避区間 2+400 3+700		<ul style="list-style-type: none"> STA 3+300: 崩壊地 急峻斜面(軟岩～中硬岩の粘板岩) 景勝地(スンコシ川とタマコシ川合流) 	<ul style="list-style-type: none"> コーズウェイ箇所菩提樹の回避 	<ul style="list-style-type: none"> なし 	<ul style="list-style-type: none"> 山側シフトかつ地形に沿った平面線形 パーキング・スペースの確保 	<ul style="list-style-type: none"> 崩壊地を回避 転石群の切土を避ける 景観配慮 	線形検討資料 No.3
4	Dhiphat ジグザグ・村落区間 3+700 (Dhobi, Niguli Khola) 5+500 (Gadaule Khola)		<ul style="list-style-type: none"> 家屋/耕作地あり 両端の縦断はコーズウェイがコントロール 地すべり地あり/転石混じり土砂 菩提樹あり 	<ul style="list-style-type: none"> ほぼ AC ルート 	<ul style="list-style-type: none"> なし 	<ul style="list-style-type: none"> 地すべりの安定を損ねない(末端を切土しない)線形 耕作地を出来るだけ避ける線形 コーズウェイの高さを高くしない縦断 	<ul style="list-style-type: none"> 最小の切土・盛土とする 家屋/耕作地/立ち木への影響軽減 	線形検討資料 No.4
5	Khalte Chainpur RTO 道路敷・畑区間 5+500 6+900		<ul style="list-style-type: none"> 人家/丘陵地/畑地/緩斜面 幅広の RTO 道路敷が続く 古い休憩施設(Shital-Pati)/菩提樹あり 	<ul style="list-style-type: none"> 家屋を避けたルート 古い休憩施設の回避は十分でない 	<ul style="list-style-type: none"> なし 	<ul style="list-style-type: none"> 極力 RTO 道路敷利用する線形 古い休憩施設を確実に回避する線形 	<ul style="list-style-type: none"> 環境社会配慮 道路による浸食昂進の軽減 	古い待合施設(Shital-pati)の回避 線形検討資料 No.5
6	崩落部区間 6+900 7+500		<ul style="list-style-type: none"> ルーズな地質(崩積土)と粘板岩 低木地帯 景勝地 	<ul style="list-style-type: none"> ほぼ AC ルート 	<ul style="list-style-type: none"> なし 	<ul style="list-style-type: none"> 上げ下げしない、緩い上り勾配の縦断 地形に沿った平面線形 	<ul style="list-style-type: none"> 崩落のリスクを軽減 土工規模を小さくして景観に配慮 	線形検討資料 No.6
7	赤土土壌浸食台地区間 7+500 8+500		<ul style="list-style-type: none"> 赤土で覆われた台地 赤土台地の浸食作用が著しい 植生が貧弱 乾燥・強風区間 	<ul style="list-style-type: none"> ほぼ AC ルート 浸食の激しい台地縁部を通過する 	<ul style="list-style-type: none"> なし 	<ul style="list-style-type: none"> 浸食縁部を避け山側にシフトした平面線形 流末処理対策の強化 	<ul style="list-style-type: none"> 土壌浸食作用からの回避 道路による浸食昂進の軽減 	線形検討資料 No.7
8	Ghumaune Chainpur 村落区間 8+500 10+300 (Chainpur Khola)		<ul style="list-style-type: none"> 赤土に覆われガリ発達の丘陵地 灌漑された有用田畑/人家が多い 村落内には大規模、複雑な灌漑施設あり 菩提樹他有価古大木多い 	<ul style="list-style-type: none"> ほぼ AC ルート 灌漑された有用田畑の中を通過する 	<ul style="list-style-type: none"> なし 	<ul style="list-style-type: none"> 大幅な線形変更による有用田畑、家屋、古大木の回避 灌漑システム破壊の回避 大規模灌漑水路による縦断のコントロール 	<ul style="list-style-type: none"> 環境社会配慮 道路による浸食昂進の軽減 	Ghumaune Chainpur 代替ルート、線形検討資料 No.8
9	山裾耕作地平行区間 10+300 11+500 (Khahare Khola)		<ul style="list-style-type: none"> 畑地/人家/菩提樹あり/低木地 段丘堆積物・崩積土、流れ構造岩盤 灌漑用水あり 	<ul style="list-style-type: none"> 家屋/耕地を避けたルート 	<ul style="list-style-type: none"> なし 	<ul style="list-style-type: none"> 家屋/耕作地をできるだけ避けた平面線形 灌漑用水路への配慮 	<ul style="list-style-type: none"> 環境社会配慮 	線形検討資料 No.9
10	Mulkot 大崩壊ハイリスク区間 11+500 15+500		<ul style="list-style-type: none"> 大崩壊地あり 森林地帯/巨大菩提樹あり パイロット道路建設済み 急峻地 部分的に崩積土厚い 	<ul style="list-style-type: none"> ほぼ AC ルート 	<ul style="list-style-type: none"> なし 	<ul style="list-style-type: none"> 大規模崩壊地を避けるため縦断をパイロット道路レベルまで最急勾配により大きく上に上げる このためジグザグを設ける パイロット道路に沿う平面線形 	<ul style="list-style-type: none"> 斜面災害被災リスクの軽減 斜面崩壊対策に伴う膨大なコスト増を避ける 	ムルコット大崩壊回避ルート 線形検討資料 No.10
11	Mulkot 村落区間 15+500 16+500 (Bhote Khola)		<ul style="list-style-type: none"> 平坦な耕作地(扇状地堆積物) パイロット道路が川側耕作地を通過 バス停(ネパルトックからの終着地)あり 有名な寺がある 菩提樹他有価古大木多い 	<ul style="list-style-type: none"> 川側耕作地を通過するパイロット道路沿いのルート 一部、土石流が流れる Bhote Khola の川原を通過 	<ul style="list-style-type: none"> AC ルート(人家の後ろの畑を通過) ただし、地元では人家前の山裾斜面を通るルート希望 	<ul style="list-style-type: none"> 川側耕作地を通過するパイロット道路沿い平面線形 コーズウェイによる横断距離を最短とし護岸を設けて Bhote Khola の川原通過を避ける AC ルートは家屋連担部を横断するため不採用 	<ul style="list-style-type: none"> 道の駅構想によるマーケットエリアの改善、および Bhote Khola 沿いの護岸による、道路内側田畑の土石流に対する安全向上のメリットを強調した 	Mulkot 村落代替ルート 線形検討資料 No.11

出典：調査団

表 3-2 (2/2) 道路線形選定に係る自然・社会環境条件と代替案及び推奨ルート

No.	検討区間		現地踏査で確認された線形計画に係る自然・社会環境条件他	予備調査で提案された推奨ルート案および代替ルート案		調査団による予備調査での推奨ルートおよび代替ルートに係る修正・追加提案(調査団の推奨ルート)	調査団の推奨する道路ルートの選定理由	備考	
	特徴による区間の呼称	始点		終点	推奨ルート案				代替ルート案
12	Bhulkot・Ramtar 耕作地/バス道区間	16+500	18+500 (Gangate Khola)	<ul style="list-style-type: none"> パイロット道路(バス道)が区間の大部分で建設されている 人家/耕作地多い 転石群あり(受け盤の粘板岩) 風化土(赤土)地帯 大滑落崖あり(古期崩壊地形) 菩提樹他有価古大木あり 	<ul style="list-style-type: none"> 耕作地、家屋を避けたルート 	<ul style="list-style-type: none"> なし 	<ul style="list-style-type: none"> パイロット道路(バス道)沿いの平面線形 道の駅設置候補地 	<ul style="list-style-type: none"> 環境社会配慮 建設コスト縮減 	線形検討資料 No.12
13	Katahare/Ratmate 村落区間	18+500	21+400 (Dhamile Khola)	<ul style="list-style-type: none"> 丘陵地(赤土) パイロット道路(バス道)は Kathare から Ratmate に入るルートではなく、Ratmate の山側を通っている Kathare 村を通り Ratmate に入るルートは灌漑された有用田畑、集落、商店街傍を通過 	<ul style="list-style-type: none"> ほぼ AC ルート 灌漑された有用田畑、集落、商店街傍を通過 	<ul style="list-style-type: none"> Ratmate 山側を通るパイロット道路(バス道)沿いのルート Ratmate のマーケット街を通過する 	<ul style="list-style-type: none"> Ratmate 山側を通るパイロット道路(バス道)沿いのルート Ratmate マーケット街に入る手前でパイロット道路から RTO 道路敷に入り、マーケット街通過を避ける 	<ul style="list-style-type: none"> 環境社会配慮 建設コスト縮減 	Ratmate 村落代替ルート 線形検討資料 No.13
14	Khaharetol 村落区間	21+400	24+100 (Sadhi Khola)	<ul style="list-style-type: none"> 山地-丘陵地(崩積土)、一部崩壊地、地すべり地あり/森林帯(緩斜面部) 人家/耕作地多い 大規模灌漑用水あり パイロット道路(バス道)が区間の大部分で建設されている 	<ul style="list-style-type: none"> 家屋を避け、家屋の下の有効耕作地を通過するルート 	<ul style="list-style-type: none"> なし 	<ul style="list-style-type: none"> パイロット道路(バス道)を最大限利用する平面線形 家屋の山側にシフトして家屋/有用耕作地避ける 地すべり、灌漑水路に配慮 	<ul style="list-style-type: none"> 環境社会配慮 地すべりの影響軽減 建設コスト縮減 	Khaharetol 村通過区間 線形検討資料 No.14
15	急峻大岩塊群・岩尾根区間	24+100	25+300	<ul style="list-style-type: none"> 大岩塊群(粘板岩、千枚岩) 南側は破碎帯 鳥類繁殖地(良好な森林地帯) パイロット道路(バス道)は尾根上方に大きく迂回して設けられている 	<ul style="list-style-type: none"> 河沿い現歩道沿いルート 	<ul style="list-style-type: none"> トンネルルート 	<ul style="list-style-type: none"> 開削峠越えルートは切土崩壊防止のために大量の掘削・残土が発生するため、河川沿いのルート。 硬岩掘削を小さくするため、谷側は特殊擁壁で対処する。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工性および経済性 環境性 防災性を最重視 将来の維持管理 	Sadhi Khola 代替ルート 鞍部開削案を追加 線形検討資料 No.15
16	スンコシ川沿い区間	25+300	26+500	<ul style="list-style-type: none"> パイロット道路(バス道)あり 集落あり 森林地帯 	<ul style="list-style-type: none"> 家屋を避けたルート 	<ul style="list-style-type: none"> なし 	<ul style="list-style-type: none"> パイロット道路(バス道)沿いルート 人家を避けた線形 	<ul style="list-style-type: none"> 環境社会配慮 コスト縮減 	スンコシ川沿い区間 線形検討資料 No.16
17	スンコシ川河川敷区間	26+500	28+000	<ul style="list-style-type: none"> HWL 影響区間 山裾に硬岩露頭(受け盤の粘板岩) パイロット道路(バス道)の河川敷通過 森林地帯 	<ul style="list-style-type: none"> ほぼ AC ルート(河川敷内) 	<ul style="list-style-type: none"> なし 	<ul style="list-style-type: none"> HWL 以上に川側擁壁基礎が位置する山側ルート 	<ul style="list-style-type: none"> 防災性を最重視(洗掘深が大きく細砂上の道路・護岸構築物が流失の可能性大) 	スンコシ川河川敷き代替ルート 線形検討資料 No.17
18	Gajulidaha 村落区間	28+000	29+800	<ul style="list-style-type: none"> 河岸段丘堆積層(赤土～礫混り土砂) パイロット道路(バス道)あり(マーケット街内を通過) 人家多い 	<ul style="list-style-type: none"> 人家を避けたルート 	<ul style="list-style-type: none"> なし 	<ul style="list-style-type: none"> パイロット道路(バス道)を出来るだけ利用したルート 村落付近では人家を極力避けたルート 	<ul style="list-style-type: none"> 環境社会配慮 	Gajulidaha 村通過区間 線形検討資料 No.18
19	ロシ川河川敷区間	29+800	31+100 (Nepalthok)	<ul style="list-style-type: none"> ロシ川 HWL 影響区間 地すべり、崩壊地あり 受け盤構造の粘板岩 	<ul style="list-style-type: none"> 河川敷内ルート 	<ul style="list-style-type: none"> なし 	<ul style="list-style-type: none"> 護岸付盛土タイプの構造により河川敷を通過 地すべり、崩壊地を避ける 	<ul style="list-style-type: none"> 山側切土案は脆い地質から困難 枝流のため流速が比較的遅く洗掘深さのみの考慮で対応できる。 地すべり地前を盛土(土捨場)として地すべりの安定が図れる 土捨場利用 	ロシ川沿い区間 線形検討資料 No.19

出典：調査団

ii) 道路線形の大幅な変更区間

前記のとおり検討した結果、予備調査で推奨された線形から、次の6区間のうち5区間については大幅に、1区間については小幅に変更するに至った。なお、下記の測点は、予備調査での道路線形(案)におけるものを表示している。

① STA.8+500－STA.10+300：グマウネチャインプール村代替ルート

現地踏査の結果、予備調査団推奨線形案がグマウネチャインプール地区の灌漑施設の整った収量の多い優良耕作地を通ることが判明し、かつ、反対側の急斜面の地質・地形状況からこの斜面を道路が通ることが、土木的見地から可能であることがわかった。

グマウネチャインプール地区は、第三工区の中ではかなり裕福な地域であり、その源は優良耕作地であることから、道路開通後に住民の生活が悪化しないよう配慮して、図3-2に示すとおり優良耕作地を迂回し、ヘアピンカーブを使って西側の荒廃斜面を通るルートA案を提案した。これをステークホルダー協議で住民に説明した結果、大きな反対もなく合意を得ることができた。

線形検討資料を資料8-10のNo.8に示す。

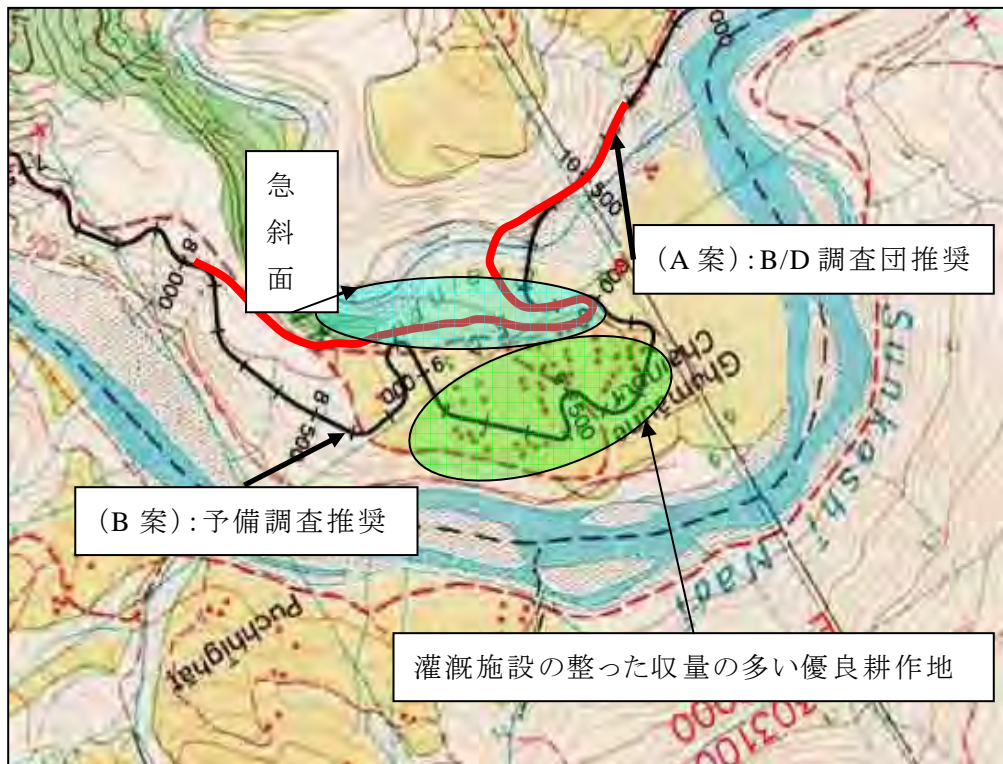


図3-2 グマウネチャインプール地区の線形比較図

出典：調査団

② STA.11+500－STA.15+500：ムルコット大崩壊回避ルート

スンコシ川右岸でムルコット村の南斜面に大規模な斜面崩壊が発生している。現在「ネ」国側によるトラック道路はこの崩壊の数十m上部に大きく迂回して建設されている。調査団は崩壊地を横切る予備調査のルートではなく、建設されたトラック道路沿いのルートとした。線形検討資料を資料8-10のNo.10に示す。

③ STA.15+500－STA.16+500：ムルコット村代替ルート

ムルコット地区では、図 3-3 に示す予備調査団推奨のルート（A 案）に対し、住民が RTO 道路を利用するルートを主張し、最終決定が本調査に持ち越された事案である。本調査団は、推奨する A 案（予備調査推奨案とほぼ同じ）、RTO 道路を利用する案（B 案）のほか、山側を通る案（C 案）を提示した。

調査団は、B 案の RTO 道路を利用した場合、移転家屋数及び道路用地に必要な耕地面積が多くなること、住民が希望するマーケットを通るルートでは、ほとんどの家屋が移転対象となることから、この案は採用できないと判断した。また、山側を通る C 案では集落から離れたところを道路が通過するため、住民は受入れないことも判明した。

本プロジェクトの道路規格は国道であり、幅員は現在バスが通行しているトラック道路よりも広く、勾配、カーブなどに制限がある。しかし、住民はトラック道路の規格と混同しており、急勾配、小さなカーブの連続で集落内を通りつつ、家屋移転も少ない道路が可能であると考えていた。この認識の乖離がステークホルダー協議で明確になり、調査団は技術的見地から住民に十分な説明を行った。

結果、A 案では耕作地の大半を失う住民がおり反対していたが、DOR から補償に関する方針が説明され、影響住民が補償によって問題を解決することになり、A 案が合意された。線形検討資料を資料 8-10 の No. 11 に示す。



図 3-3 ムルコット地区の線形比較図

出典：調査団

④ STA.18+500－STA.21+400：ラトマテ村代替ルート

ラトマテ地区では、図 3-4 に示す予備調査団推奨のルート（B 案）が住民の反対を受け、本調査に持ち越された事案である。

予備調査団の推奨案は、RTO 道路を利用するが家屋移転が少なく済むよう、耕作地を通るように検討されたルートであった。しかし、耕作地は優良耕作地であり、ここを避けてほしいと要望する住民が多かった。また、ラトマテのマーケットを通ってほしいという住民の要望（C 案）もあった。

本調査団は住民が反対する優良耕作地の状況を確認し、RTO 道路を使用した場合、i) 道路用地となる家屋が少ないこと、ii) 道路用地にかかる耕作地のほとんどが収量の少ないところであること、iii) それぞれの道路用地にかかる数量が多くないこと、以上 3 点を確認し、A 案を提案した。

住民からは特定の住民に配慮したのではないかという疑念や、予備調査時の推奨案が最終決定であったという誤解もあったが、本調査団は DOR と協力してこれらを解消しつつ、住民の要望するマーケットを通る場合はほとんどの家屋が移転対象となることを説明した。

結果、調査団の推奨する A 案で住民の合意を得ることができた。
線形検討資料を資料 8-10 の No. 13 に示す。

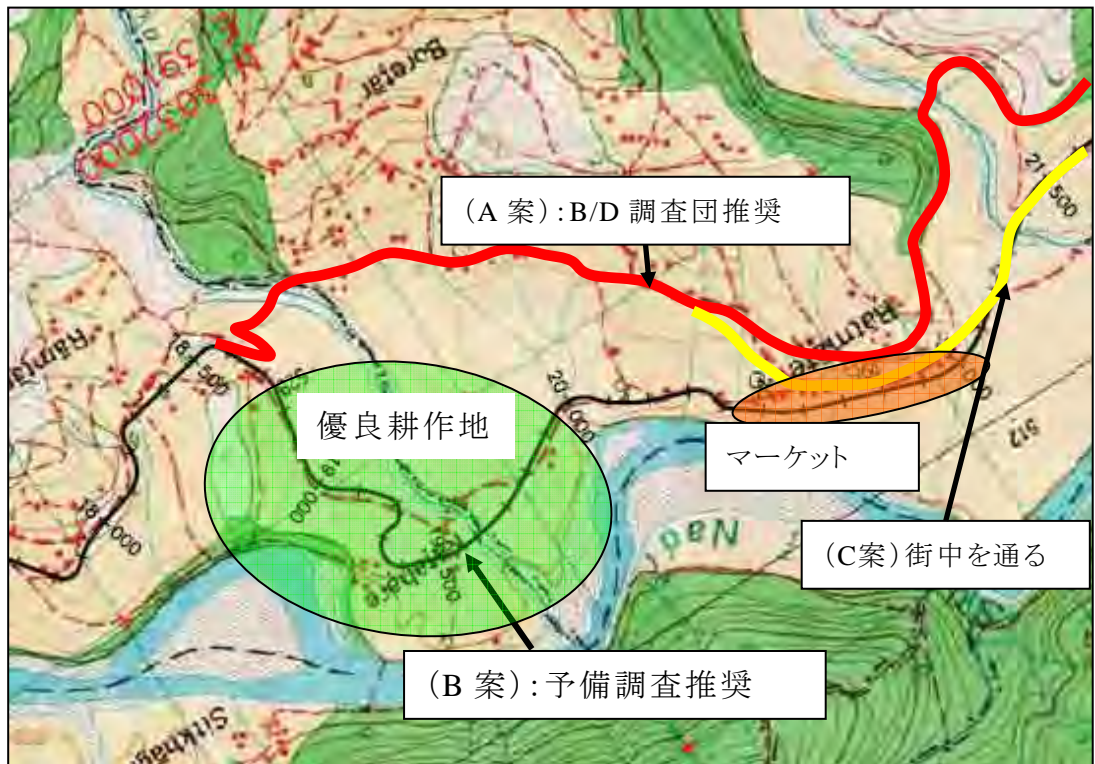


図 3-4 ラトマテ地区の線形比較図

出典：調査団

⑤ STA.21+400－STA.25+300：サディ地区鞍部開削比較案の追加と代替ルート

予備調査でトンネル案を含む 3 代替ルートが提案され、川沿いの急斜面区間を通過する案が推奨された。本調査では、予備調査では比較されなかったトン

ネル案上部の鞍部を開削する案も追加して検討した結果、急斜面の川沿い区間の見直しを図った案とした。線形検討資料を資料 8-10 の No. 15 に示す。

⑥ STA.26+500－STA.28+100：スンコシ川河川敷代替ルート

予備調査では河川敷に盛土して道路を構築する案が推奨されたが、本調査の解析では、洪水時に 2m 以上の水位があり、流水が道路を直撃し、その結果 3～5m の洗掘が生じる結果となった。これにより、流水の河道も安定せず、また河床材料が砂であるため道路が完全に流失すると判断した。このため、防災上の観点から見直しを図った洪水位以上に山側へ構築する案とした。線形検討資料を資料 8-10 の No. 16 に示す。スンコシ河の河床上に道路を構築した場合の検討経緯を以下に示す。

河川状況

スンコシ川の流況について、現在と過去（1986 年 3 月空中写真撮影）を比較すると、現在は、右岸より遠く離れて流れているが、過去は右岸が水衝部となっていた。すなわちスンコシ川は洪水毎にその形態を大きく変化させており、主流は異なるところを流れていたものと推測された。よって、本検討においては最低河床高の河川内での位置が常に変化することを考慮し検討した。河川の流況の変化を比較した模式図を図 3-5 に示す。

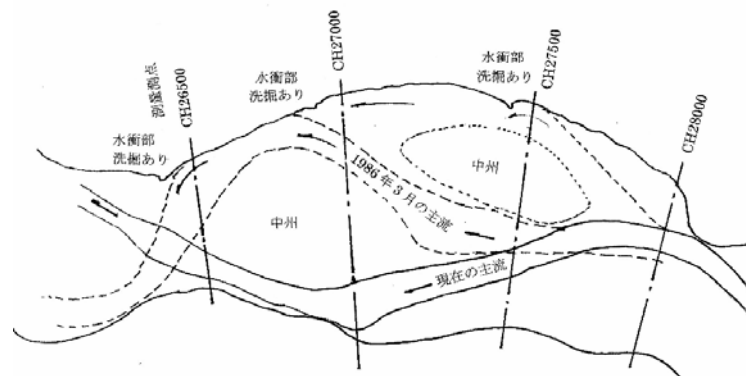


図 3-5 スンコシ河の流況変化比較図(現在と過去)

水文解析と現況調査結果に基づく道路との関係

水文解析は、スンコシ河の 50 年確率で実測河川横断図を使用して解析を行った。また、現況調査は過去の洪水位の聞き取りと現況の洗掘深さについて行った。その結果は表 3-3、洗掘状況は図 3-6、写真 3-1、写真 3-2 及び関係横断図を図 3-7 に示す。なお、河床材料については代表粒径が 1～28mm であることから細砂と判定された。

表 3-3 水文解析と現況調査結果一覧表

測点	洪水位の決定 (m)			最深河床高 (m)	現況洗掘深 (m)	洪水流速 (m/s)
	解析による	聞き取り調査	採用			
CH26500	516.94	517.11	517.11	509.09	約 5.0	5.00
CH27000	519.32	518.31	519.32	514.37	約 3.0	3.06
CH27500	519.88	519.49	519.88	514.04	約 4.0	4.26
CH28000	521.64	521.96	521.96	516.18	-	5.09
CH28500	523.18	523.10	523.18	515.98	-	5.38

出典：調査団

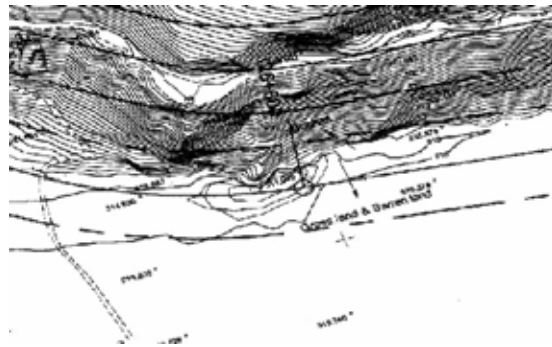


図 3-6 CH26500 の洗掘状況 (約 5m)



写真 3-1 CH27000 の洗掘状況 (約 3m)



写真 3-2 CH27500 の洗掘状況 (約 4m)

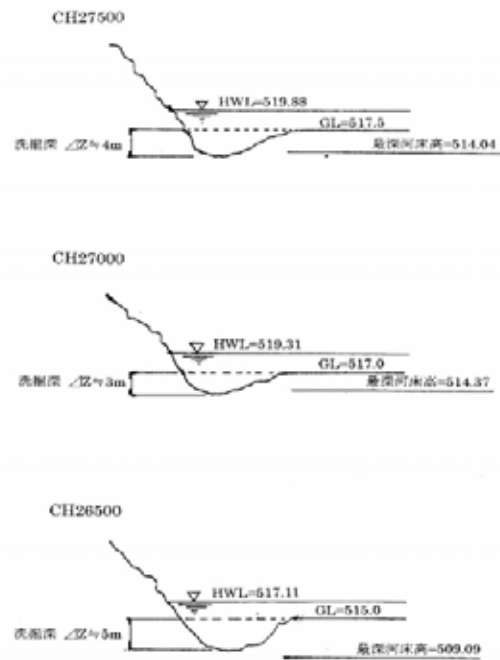


図 3-7 洪水位、洗掘および最深河床高の関係横断面図

護岸形式とした場合の根固め工の規模の検討

もし、道路構築に護岸を採用した場合の根固め工は、「第四工区緊急復旧計画」を参考にすれば、流速から判断して構造は「コンクリートブロック (t=0.9m 又は 0.6m)」が選択され、必要敷設幅は下記の式により 12m と算定された。

$$Bc = Ln + \Delta Z / \sin \theta \quad (\text{出典: 「護岸の力学的設計法」 106 頁})$$

ここに、 Bc : 根固め工の敷設幅 (m)

Ln : 護岸前面の平坦幅 (1 ブロックの幅 2m とする)

ΔZ : 計画洗掘深 (5m)

θ : 河床洗掘時の斜面勾配 (砂の安息角 30° を採用)

$$Bc = 2.0 + 5.0 / \sin 30^\circ = 12m$$

代替案との概略比較検討

前述までの河床上に構築する場合の検討結果と、洪水位以上に構築する代替案についての概略比較は、表 3-4 に示すとおり。

表 3-4 道路線形ルート概略比較検討一覧表

比較項目	予備調査河床案	代替案
防災上の安全性	砂上のため将来の洪水に不安がある	不安は少ない
経済性	高い	安い
施工性	護岸工事と根固め工事が多く、特に現場打ちコンクリート打設が多い	擁壁工事がほとんどで容易
維持管理	特別巡回が必要で、災害の場合は補修が困難	通常の管理でよい
不確定要素	多い。水理特性に対する不確実性が大きい。	少ない。
総合評価	不安が多く採用が出来ない	採用できる

出典：調査団

最適案

以上のとおり、大河川の河床上に構築する予備調査案では、洪水に対して不安が大きく、かつ構築した場合にも経済性が劣ることから、山側で洪水位以上に構築する代替案を選択することとした。

iii) 道路計画延長

第三工区の当初の 32km 区間における最終的な道路計画延長は、前記での道路線形の調整の結果に基づき、「ネ」国側のステークホルダー協議の実施で合意された最終線形の長さである 32.917km となった。

2) 道路設計基準

基本的に「ネ」国基準を採用した。これにより難しい場合や規定にない項目については、日本の基準により補完することで、「ネ」国との協議の上で独自に設定された第二工区と第四工区の基準を踏まえ、本案件の道路設計基準を表 3-5 に示す。

表 3-5 道路設計基準

項目	単位	第四工区		第二工区		第三工区	
設計速度 (): 走行速度対応	km/hr	40	ドリケル 2 車線部	-		(40)	平坦・台地部
	km/hr	30	丘陵部	-		30	丘陵部、山地部、現道フォロー部
	km/hr	20	現道フォロー部	20	山地部・急峻部	20 (20)	ヘアピンカーブ部 急峻地の一部
道路幅員	M	4.75	例外的な区間 4m	4.75	例外的な区間 4m	4.75	例外的な区間 4m
横断勾配 (砂利道)	%	4		-	なし	-	なし
(DBST)	%	2.5		2.5		2.5	第二・四工区準用
最大片勾配	%	-		6		6	第二工区準用
最小平面曲線半径 (40km/hr)	M	45		-		45	第四工区準用
(30km/hr)	M	25		-		25	第四工区準用
(20km/hr)	M	15		15		15	第二・四工区準用
曲線部の拡幅対象車両		セミトレーラー		セミトレーラー		セミトレーラー	
最小縦断曲線半径	M	300		300		300	第二・四工区準用
平均縦断勾配 (40km/hr)	%	5		-		5	第四工区準用
(30km/hr)	%	7		-		7	第四工区準用
(20km/hr)	%	7		7		7	第二・四工区準用
最大縦断勾配	%	9		10		10	第二工区準用
最大縦断勾配制限長	M	300	区間前後 4%、150m	300	区間前後 4%、150m	300	第二・四工区準用
平均待避箇所設置区間	M	200		200		200	第二・四工区準用
最小視距	M	-		40	最低 20m	40	最低 30m

出典：調査団

3) 設計速度と区間別走行速度

前章の「3.2.1(7) 2) 設計速度と走行速度」の方針に基づき、図 3-8 のように設定した。



出典：調査団

図 3-8 設計速度と区間別走行速度

道路敷地幅は DOR の基準で 50m とする。ただし、工事実施上必要となる用地取得幅は図 3-9 のとおり、道路中心線より両側 15m、又は道路建設幅に余裕幅 3m を加えたものとした。

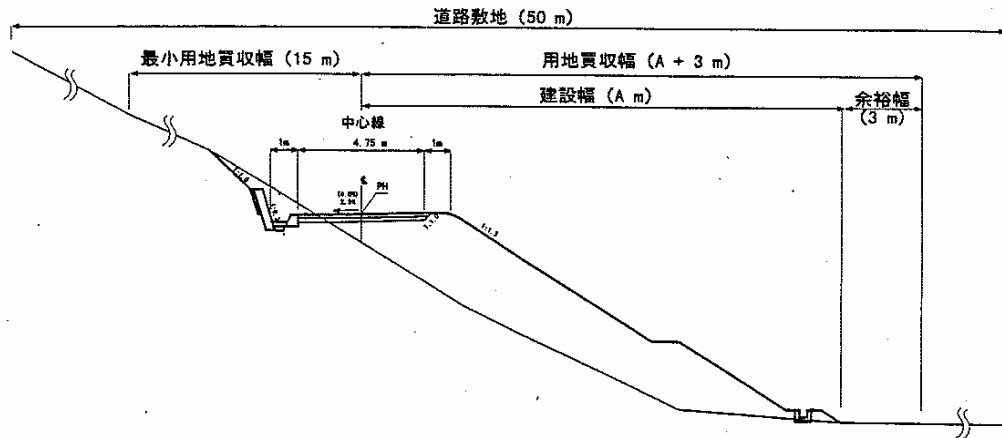


図 3-9 道路敷地幅と用地取得幅

出典：調査団

(2) 施設計画

1) 道路幾何構造計画

i) 道路線形における留意点

第二、第四工区での平面線形計画の交通安全性、路面損傷の維持管理及び走行における快適性の経験に基づき、以下の点に留意した線形とした。

① 直線と平面曲線半径の組合せ（走行速度が設定値の一般部より上回る場合）

- ・ 設計速度 30km/hr 区間で、直線区間 40m 以上、下り縦断勾配 8%以上に接続する最小曲線半径は 45m とする（設計速度 40km/hr での最小曲線半径を適用）。
- ・ 走行速度を 20km/hr 区間とした場合で、直線区間 40m 以上に接続する最小曲線半径は 25m とする（設計速度 30km/hr での最小曲線半径を適用、ヘアピン部を除く）。
- ・ 走行速度を 20km/hr 区間とした場合で、直線区間 40m 以上、下り縦断勾配 8%以上に接続する最小曲線半径は 45m とする（設計速度 40km/hr での最小曲線半径を適用）。

② 背向曲線

安全走行のバランスを考慮して「 $R1 : R2 = 1 : 2.0$ 以下」とした。

③ 複合曲線

安全走行を考慮して極力採用しない。止むを得ず採用する場合は大円の半径 $R1$ は小円の半径 $R2$ の 2.0 倍以下とした。

ii) 曲線部の拡幅

曲線部の拡幅は、セミトレーラーが道路の全幅を使って通過できるように計画した。拡幅は曲線の内側に設置した。拡幅量は「道路構造令（日本道路協会）」のセミトレーラーの拡幅計算式に基づいて算出した。第二工区での計算結果を踏まえ、曲線半径に対する拡幅量を表 3-6 のとおりとした。

表 3-6 曲線部の拡幅量

曲線半径 (m)	拡幅量 (m)
25	0.50
20	1.00
15	2.25

出典：調査団

iii) 視距の確保

見通しの悪い山地部において、交通の安全確保は非常に重要なものである。しかし、地形上や環境条件で制限される基準の最小値の採用により、視距が不足する個所が発生する。このため、シンズリ道路は1車線での対向となるため通常の2倍の長さが必要であるが、地形上やむを得ない理由で最小値を30m、速度が出やすい区間では40mを確保するよう、走行速度の設定区間に応じて表 3-7 のように設定した。

$$E=D^2 / (8R)$$

ここに、 E = 必要幅
 D = 視距 (m)
 R = 曲線半径 (m)

表 3-7 視距の確保による追加の拡幅量 (単位 : m)

曲線半径 (m)	車道幅員 (m)	走行速度 30km/hr		走行速度 40km/hr	
		最小 30m 確保区間		40m 確保区間	
		必要幅	追加拡幅	必要幅	追加拡幅
25	3.875	4.50	1.0	-	-
30	3.375	3.75	0.5	-	-
45	3.375	-	-	4.45	1.5
50	3.375	-	-	4.00	1.0
55	3.375	-	-	3.64	0.5

出典：調査団

iv) 曲線部の片勾配および最小曲線長

本路線は、沿線が景観に優れ、線形方向が直線的で走行速度が高めに出やすい区間があることと、路面排水が最も重要な要素の道路であることを考慮して、交通安全性と路面の維持管理の面から片勾配を設定した。標準片勾配は、日本の道路構造令に示すコンクリート舗装又はアスファルト舗装での 1.5%~2.0% と、砂利道の場合の 3.0~5.0% の標準値を準用し、本路線の路面の種類はどち

らかといえ砂利道に近い瀝青表面処理舗装であることから、過去の工区と同様に2.5%を採用した。これを基本に曲線部の片勾配は、設計（走行）速度と曲線半径に基づき表3-8のように設定した。なお、防災上の観点からある程度の曲線半径からは山側への片勾配（凸型の場合は逆勾配）となる。最小曲線長も同様に、設計速度と曲線半径の組合せにおける快適性と走行性のバランスに基づき表3-9のように設定した。

① 片勾配

$$e = \frac{V^2}{127R} - f$$

ここに、
 e = 片勾配
 V = 設計速度
 R = 曲線半径 (m)
 f = 摩擦係数 (= 0.15)

表 3-8 曲線部の片勾配

設計(走行)速度 V (km/hr)	平面曲線半径 (m)	片勾配 (%)			摘要
		計算値	整数値	設計値	
30	50 以上	-0.82	-1	山側に -2.5%	山側に凸形の場合は逆勾配となる
	45	0.75	1	2.5	
	40	2.72	3	4	
	35	5.25	5	4	
	30	8.62	6	6	最大片勾配を6%とする
	25	13.35	6	6	最大片勾配を6%とする
(20)	25 以上	-2.40	-2	山側に -2.5%	山側に凸形の場合は逆勾配となる
	15・20	6.00	6	6	最大片勾配を6%とする

出典：調査団

② 最小曲線長

$$L_c = \frac{Vt}{3600}$$

ここに、
 Lc = 最小曲線長 (m)
 V = 設計速度
 t = 走行時間 (3 秒)

表 3-9 最小曲線長

設計(走行)速度 V (km/hr)	Lc (m)
(40)	35 [30]
30	25 [20]
(20)	20

[]内は地形上や現道フォローで止むを得ない場合。 出典：調査団

v) 片勾配・拡幅・視距のすりつけ長

① 片勾配のすりつけ

$$L_s = 0.01(S_2 - S_1) \times n_1 \times (W/2 + W_e)$$

ここに、
 L_s 片勾配すりつけ長 (m)
 S 片勾配 (%)
 N_1 すりつけ率(「道路構造令の解説と運用」日本道路協会に基づく)
 設計速度 40 km/hr: $n_1=100$
 30 km/hr: $n_1=75$
 20 km/hr: $n_1=50$
 W 道路標準幅員 (m)
 W_e 拡幅量 (m)

ただし、拡幅のすりつけ長と比較して長い方を採用した。

② 拡幅のすりつけ

$$L_n = W_e \times n_2$$

ここに、
 L_n 拡幅すりつけ長 (m)
 W_e 拡幅量 (m)
 N_2 すりつけ率(「道路構造令の解説と運用」日本道路協会に基づく)
 走行速度 40 km/hr: $n_2=20$
 30 km/hr: $n_2=15$
 20 km/hr: $n_2=10$

上記計算結果を表 3-10 に示す。

表 3-10 拡幅のすりつけ長(計算値)

拡幅量 (m)	走行速度に対応するすりつけ長 (m)		
	20 km/hr	30 km/hr	40 km/hr
0.50	5.0	7.5	10.0
1.00	10.0	15.0	20.0
1.50	15.0	22.5	30.0
2.25	25.0	-	-

出典：調査団

③ 標準すりつけ長の決定

上記計算により、標準すりつけ長は、拡幅に必要なすりつけ長の方が片勾配のすりつけ長より長いので、また、道路構造令に規定されている設計速度 30km/hr でのすりつけに必要な緩和曲線長を採用し 25m に設定した。

vi) ヘアピンカーブ部での縦断勾配

曲線半径 15m 又は 20m を採用するヘアピンカーブ区間の縦断勾配は、急カーブでの走行時の車両の傾き、滑動、積荷の片寄り等への安全性を考慮し、日本の道路構造令の合成勾配（縦断勾配と片勾配を合成した勾配）の一般的な基準である 8% から、過去の工区と同じく基本的に 5% 以下とした。

2) のり面計画

のり面工の計画に際しては、「道路土工－のり面工・斜面安定工指針」（日本道路協会）に準拠し、現地状況と他工区での採用実績を考慮した。本案件の基

本計画と具体的な適用として、のり面の地質区分及びのり面高さに応じた標準工種を、下記のとおり設定した。

i) 基本計画

のり面工の計画は、日本側の審査会で答申され、それに対して報告した下記の事項を基本とした。

- ① 地山が安定した土砂・軟岩の場合は出来るだけ緑化を施す。
- ② 表層が不安定な地山や緑化に適さない地山の場合は、別なのり面保護工を採用する。
- ③ 安定勾配で切土するとおり面が長大となる場合は、勾配を急とし構造物によるのり面保護工を採用する。
- ④ のり面保護工種は、「ネ」国で普及されている工法を採用する。
- ⑤ 安定している岩盤部で切土のり面長が短い場合は工費の縮減から無処理とする。

ii) 適用するのり面勾配

① 標準のり面勾配

「道路土工のり面工・斜面安定工指針」（日本道路協会）に基づき、本案件におけるのり面の勾配は、表 3-11 及び表 3-12 を標準とした。

表 3-11 切土に対する標準のり面勾配

地山の土質		勾配
硬岩		1:0.3~1:0.8
軟岩		1:0.5~1:1.2
砂質土	密実なもの	1:0.8~1:1.0
	密実でないもの	1:1.0~1:1.2
砂利、岩塊混じり砂質土	密実なもの	1:0.8~1:1.0
	密実でないもの	1:1.0~1:1.2

出典:道路土工のり面工・斜面安定工指針 表 3-1 より抜粋
注)但し、特殊な地質構造(流れ盤など)及び長大切土の場合は別途考慮する。

表 3-12 盛土材料及び盛土高に対する標準のり面勾配

盛土材料の区分	盛土高 (m)	勾配
粒度の良い砂、砂利及び砂利混じり砂	5m 以下	1:1.5~1:1.8
	5~15m	1:1.8~1:2.0
岩塊	10m 以下	1:1.5~1:1.8
	10~20m	1:1.8~1:2.0
砂質土	5m 以下	1:1.5~1:1.8
	5~10m	1:1.8~1:2.0

出典:道路土工のり面工・斜面安定工指針 表 3-4 より抜粋
注)但し、高盛土の場合は別途考慮する。

② 本対象道路における切土のり面地質区分と適用のり面勾配

切土のり面に対する標準のり面勾配は、表 3-11 に示すとおりであるが、地形図の判読、現地踏査による露岩・土砂堆積状況の観察等の結果、本対象道路

の切土のり面に出現が想定される地質区分及び地質区分に応じ、適用のり面勾配を表 3-13 に示す値に設定した。

表 3-13 切土のり面地質区分と適用のり面勾配準のり面勾配

区分記号	のり面地質		適用のり面勾配
	大分類	中分類	
A	土砂	崖錐堆積物（礫混じり）	1:0.8~1:1.2
B	土砂	崖錐堆積物（土砂混じり）	1:1.0~1:1.5
C	土砂	段丘堆積物（赤土）	1:1.0~1:1.5
D	土砂	段丘堆積物（礫・転石混じり）	1:0.6~1:1.0
E	軟岩	強風化粘板岩	1:0.6~1:1.2
F	軟岩	風化・亀裂の発達した粘板岩	1:0.5~1:0.8
G	硬岩	粘板岩	1:0.3~1:0.5
H	軟岩	強風化片岩・千枚岩	1:0.8~1:1.2
I	軟岩	風化・亀裂の発達した片岩・千枚岩	1:0.5~1:1.0
J	硬岩	片岩・千枚岩	1:0.3~1:0.5

出典：調査団

iii) 適用するのり面保護工

① 植生によるのり面保護工

一般に、植生によるのり面保護工は、対象道路を周辺環境・景観と調和させる上で、最も安価で維持管理にも優れているため、本プロジェクトにおいても植生可能でのり面勾配が安定した地山には、積極的に取り入れていくものとした。なお、安定な岩のり面については、「ネ」国の道路建設で一般的に行われているように、自然による植生侵入を期待して人為的な植生を行わない方針とした。なお、植生によるのり面保護工の欠点として、不安定な地山に対しては抑制や抑止の効果がなく、構造物によるのり面保護工より防災上危険であるので、このような場合は、安定勾配にするか、構造物によるのり面保護工を検討するものとした。

プロジェクト道路における沿道土地利用区分に対する植生による緑化目標は、地域の植生の生育状況と過去の工区での実績も踏まえ、環境社会配慮の面から周辺の在来種を主体に表 3-14 に示すとおりとした。

表 3-14 土地利用(区間)区分と緑化目標

土地利用（区間）区分	緑化目標
開墾地	自然放置を前提とし、のり面勾配と地質に適合した、草本類を主体とし、低木を組み合わせた群落の再生を目標とする。
灌木林	自然放置を前提とし、のり面勾配と地質に適合した、草本類を主体とし、低木を組み合わせた群落の再生を目標とする。
森林	自然放置を前提とし、数年で周辺植物群落に近い状態とすることを目標とする。のり面勾配と地質に適合した、草本、木本類を組み合わせた群落とする。
乾燥地	自然放置を前提とし、のり面勾配と地質に適合した草本類と乾燥・強風に耐え得る低木を組み合わせた群落の再生を目標とする。

出典：調査団

② 構造物によるのり面保護工

地形上の制約などから、のり面の勾配を表 3-13 に示す適用のり面勾配よりも急な勾配としなければならない場合など、植生工のみでは安定性を確保することができない場合には、のり砕工、擁壁工等、構造物によるのり面保護工の採用を考慮した。

③ のり面保護工の種類とのり面区分・のり面性状

のり面保護工の選定に際しては、のり面の区分、性状、緑化の必要性等を考慮した上で、経済性及び維持管理段階における不良箇所再施工の容易さの点から、シンズリ道路の他工区で実績のある工法及び「ネ」国の在来工法を優先的に採用した。プロジェクト道路において採用する主なのり面保護工とそれらを適用するのり面区分・のり面性状を表 3-15 に示す。

表 3-15 プロジェクト道路において採用する主なのり面保護工とのり面区分・性状

選定条件	のり面区分	盛土のり面		切土のり面						
		浸食を受けやすい	浸食に対して安定	土砂		軟岩		硬岩		
				浸食を受けやすい	浸食に対して安定	風化・浸食を受けやすい	風化・浸食に対して安定	亀裂が多く落石の恐れがある	安定されている、または十分な安定勾配が確保されている	
地質区分		B, C	A, D	B, C	A, D	E, F, H, I		G, J		
のり面保護工	無処理								◎	
	植生工	筋芝工	○	○	○	○	○	○		
		段切張芝工			○	○	○	○		
		植生筋工	○	◎	○	◎	○	◎		
		種子散布わらマット工	○	○	○	○				
		幼木植付工	○	◎	○	◎	○	◎		
		挿木工	○	◎	○	◎	○	◎		
		植生土のう工	○	○	○	○				
	構造物	練石もたれ擁壁	◎		◎	○	◎	○	○	
		現場打ち法砕工(中詰土砂)	◎		◎	○	◎	○		
		現場打ち法砕工(中詰石張)	◎		◎	○	◎	○		
		コンクリート吹付工					○		◎	
		鉄筋補強土工					○		◎	
ガビオン工		◎	○	◎	○	◎				
編柵工	○	○	○	○	○					

凡例) ◎：採用 ○：補助的な使用

注) 但し、上記に関らず、

①安定勾配を確保できない場合、構造物によるのり面保護工を採用する。

②落石の恐れがある場合、落石防止工の採用を検討する。

③地形上の制約がある場合、ジオテキスタイル補強土工の採用を検討する。

出典：調査団

④ のり面保護工の種類とのり面勾配・のり面高さ

シンズリ道路の他工区での施工実績、それらの安定性を考慮して、プロジェクト道路において採用する主なのり面保護工とそれらを適用するのり面勾配・のり面高さを表 3-16 に示す。

表 3-16 プロジェクト道路において採用する主なのり面保護工とのり面勾配・のり面高さ

のり面区分	地質区分	のり面保護工	のり面勾配 /前面勾配	のり面高さ
切土のり面	硬岩	無処理	1:0.5	7 m 以下 ^(*)
		無処理	1:0.3	5 m 以下
		練石もたれ擁壁工	1:0.5	7 m 以下
		コンクリート吹付工 + 鉄筋補強土工	1:0.3	7 m 以下 ^(*)
	軟岩	植生工	1:0.8	7 m 以下 ^(*)
		練石もたれ擁壁工	1:0.5	7 m 以下
		現場打ち法枠工	1:0.8	7 m 以下 ^(*)
	土砂 (礫混じり)	植生工	1:1.0	7 m 以下 ^(*)
		練石もたれ擁壁工	1:0.5	7 m 以下
		現場打ち法枠工	1:1.0	7 m 以下 ^(*)
	土砂 (赤土)	植生工	1:1.5	7 m 以下 ^(*)
		練石もたれ擁壁工	1:0.5	7 m 以下
現場打ち法枠工		1:1.2	7 m 以下 ^(*)	
盛土のり面	礫混じり 砂質土	植生工	1:1.5	5 m 以下
			1:1.8	5~10 m
		重力式擁壁工	1:0.02	3 m 以下
		練石もたれ擁壁工	1:0.5	5 m 以下
		混合擁壁工	1:0.5	15 m 以下
		ガビオン擁壁工	1:0.1~0.5	7 m 以下
		ジオテキスタイル補強 土壁工 (アンカー無し)	1:0.1	12 m 程度
ジオテキスタイル補強 土壁工 (アンカー併用)	1:0.1	20 m 程度		

注) (*) 単段である場合、又は多段となる場合の最上段に用いる場合は、8m 以下とする。

出典：調査団

3) 舗装計画

将来完成 2 車線の舗装は、1993 年のアフターケア調査で AASHTO に準拠しアスファルト・コンクリート舗装として設計されている。しかし、同調査で提案された段階施工における当初の舗装は、コスト削減の観点から 30cm 厚の砂利道として「ネ」国側と合意された。本設計調査においても交通量調査結果から判断して交通量がまだ少なく、コスト削減のため過去の第二工区、第四工区に引き続き、舗装構造は下層路盤として川砂利 15cm、上層路盤として碎石 15cm の 2 層からなる 30cm の砂利舗装を基本的に採用した。なお、路面には交通安全、環境配慮、道路構造の保全の面から瀝青表面処理 (Double bituminous surface treatment, DBST) を施すこととした。

また、第二工区で採用したように、走行速度 20km/h の区間で平面曲線半径 20m 以下の曲線部（主にヘアピン部）、及び走行速度 20km/h の区間かつ平面曲線半径 25m で曲線長が 25m（走行時間 4 秒）以上の曲線部には、タイヤによる横方向の力により路面が大きく波立つことを避けるため、対流動性を考慮した 15cm の厚さ（表層 5cm、中間層 5cm、基層 5cm）のアスファルト舗装を施すこととした。

4) 斜面崩壊・地すべり対策計画

斜面崩壊（主に表層崩壊）及び地すべり対策（大規模崩壊含む）計画としては、プロジェクト道路の現地調査にて作成したハザードマップにより、基本的には当該区域を避ける。避けられない場合も大規模となる対策工（アンカー工、杭工等）とならないように以下のとおり計画した。

i) 斜面崩壊対策

- ① 長大切土を避け、切土高さは概ね 7～10m 程度までとした。
- ② 直高が 7m を超えるのり面の場合は、1.5m 幅の小段を設け、第一段目ののり面には擁壁（練石積、ガビオン）を設置した。
- ③ 第二段目を通常安定勾配で切土が出来ない場合は、のり砕工で対処した。
- ④ 岩盤の場合で、通常安定勾配で切土すると長大となる場合は、鉄筋補強土工で補強した。

ii) 地すべり対策

- ① 大規模対策工が必要と判断される区域は必ず回避した。
- ② 現在の安定性を増すよう、道路計画が末端を通過する場合は「押さえ盛土」、頭部の場合は「切土」となるよう計画した。
- ③ 小崩壊が発生しても前面にポケットができるよう、道路をあらかじめ離して計画した。

iii) 問題箇所と対応策

道路計画上留意しなければならない区間（地区）として、図 3-10～3-12 に示す 3 地区が確認された。各地区の地形・地質及び対応策を以下に示す。

① バラエタール崩壊地（STA.3+400 付近）

地形・地質

スンコシ川から 10m 前後のところの崩積土と、河床から約 60～70m の岩盤が分布する勾配約 45 度前後の急斜面を呈している。急斜面部には軟岩～中硬岩の緩んだ粘板岩が露岩している。

対応策

崩壊部は沢水の影響によるものと考えられ、拡大の危険性はあるものの、現状では上部まで波及する可能性は低いと判断された。このため、崩壊部を回避できる山側岩盤部を通過する計画とした。道路計画位置と崩壊地の関係を図 3-10 に示す。

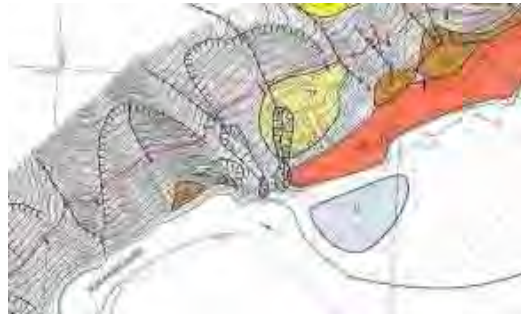


図 3-10 バラエタール崩壊地と道路計画位置 (STA.3+400 付近)

② ムルコット大崩壊地 (STA.15+200 付近)

地形・地質

スンコシ川の攻撃急斜面部に位置し、現在崩壊が発生している。この崩壊は背部の地すべり地の末端部付近に当り、下方斜面で崩壊が拡大した場合は不安定化する可能性が高い地すべりである。岩盤の地質は粘板岩の風化部が表層に分布し、緩んでいる部分が多い。

対応策

崩壊部はスンコシ川の影響によるものと考えられ、現状では活動していないが規模の大きい地すべりブロックの末端部であり、拡大した場合は上部の広範囲まで波及する危険性が高い。予備調査の道路線形(案)では、この崩壊部のほぼ中央を通過する計画であるため、崩壊している箇所の対策工が必須となり、この対策工は非常に高価な建設費を必要とする。このため、末端部の崩壊区域を回避できる山側上部の新設の既存道路に沿って通過する計画とするのが賢明であった。しかし、この場合でも地すべりブロック全体を避けられずリスクが残るので、将来にわたり変状のモニタリングを継続観測する必要がある。

このモニタリングは、本調査期間中の 10 月までは日本側で観測を行うが、その後は DOR へ引き継がれる。このため、DOR に対して観測に関する技術移転のセミナーを実施するとともに、本調査終了後に地盤傾斜計 12 箇所、パイプ歪み計 3 箇所、縦伸縮計 3 箇所、雨量計 1 式および計器類 1 式を DOR へ移譲することとした。道路計画位置と崩壊地の関係を図 3-11 に示す。

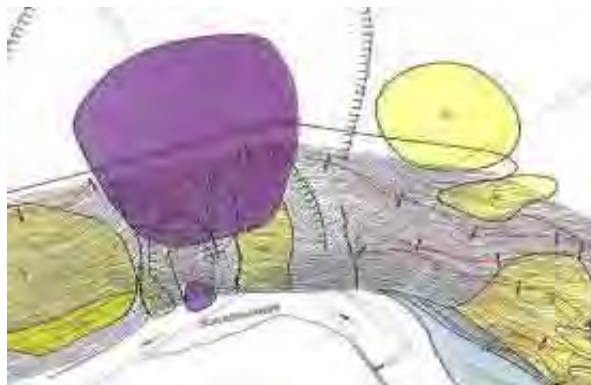


図 3-11 ムルコット大崩壊地と道路計画位置 (STA.15+200 付近)

③ サディ地区急峻大岩塊群と断層（STA.26+700 付近）

地形・地質

スンコシ川とサディ川に挟まれた尾根部の大急崖部である。粘板岩が露岩し、破碎帯部は千枚岩化している。

対応策

急崖部は岩盤が露岩しているが上部は部分的に緩んでおり、切土する場合は鉄筋補強土とコンクリート吹付工で補強し、切土法面をできるだけ小さくした。道路計画位置との関係を図 3-12 に示す。

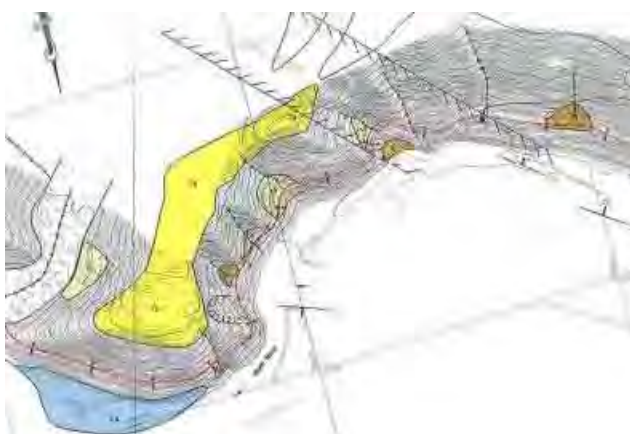


図 3-12 サディ地区急峻大岩塊群・断層と道路計画位置 (STA.26+700 付近)

5) 排水施設計画

i) 計画流量規模

道路排水構造物及び渡河構造物設計のための計画流量に採用する降雨の規模を、「道路土工・排水工指針」（日本道路協会）に準拠し表 3-17 に示す確率年とした。

表 3-17 排水構造物別の降雨確率年

排水構造物の名称	適用条件	降雨確率年
側溝類	路面や小規模なり面の排水	3
横断管渠（カルバート）A	長大な自然斜面の排水	5
横断管渠（カルバート）B	長大な自然斜面の特に重要な排	10
流路工 A	管理上重要な排水	25
流路工 B	大規模盛土上の重要な排水	50
コーズウェイ	土石流の流下	50

出典：調査団

ii) 降雨解析

プロジェクト道路近傍には、メルン、ハリハルプル、シンズリガリ及びネパルトックに観測所があり、それぞれ以下の期間の降雨記録から解析を行った

- ・シンズリガリ：1956-2007 年
- ・ネパルトック：1948-2004 年

- ・ハリハルプル：1978-2002年
- ・メルン：1959-1999年

対数正規分布により算定した再現確率の降雨量解析結果を表 3-18 に示す。ハリハルプルの降雨量が最も多く、ネパルトックの降雨量が最も少ない結果となった。

表 3-18 対象地域の設計日降雨量

観測所名	確率年における設計日降雨量 (mm/日)					
	2年	3年	5年	10年	25年	50年
シンズリガリ	169	206	245	300	368	423
ネパルトック	86	106	126	154	190	218
ハリハルプル	173	215	261	325	407	475
メルン	72	86	102	124	151	172

出典：調査団

iii) 流出量解析

プロジェクトサイト内には、スンコシ川に流れ込む12の支流の流域がある。各流域の特性を把握するため、ティーセン法により流出解析を行った。プロジェクトサイト近傍の観測所（メルン、ハリハルプル、シンズリガリ、ネパルトック）の降雨記録から生成したティーセン分割図を図 3-13 に示す。

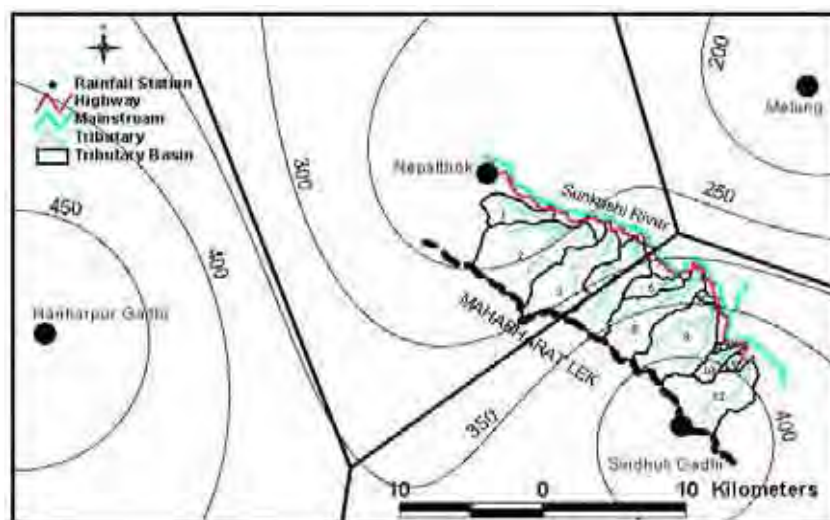


図 3-13 再現確率 50 年の日降雨量ティーセン分割図

出典：調査団

図 3-13 によれば、メルンとハリハルプルの観測所が遠いため、プロジェクトサイトの流域はほとんどシンズリガリとネパルトックの観測所の降雨量に支配されている。このため、排水施設計画においては、シンズリガリとネパルトックの降雨量により代表させることとした。しかしながら、12の支流の流域の標高に比較してネパルトックは標高が低いため、重要構造物であるコーズウェイ計画のための流出量解析には、シンズリガリの降雨量を採用し表 3-19 に示す 50 年確率日降雨量 423 mm を用いることとした。一方、道路側溝、道路横

断排水等の排水施設計画のための流出量解析には、道路が通過する地域の標高に近いネパルトックでの表 3-20 に示す年確率降雨量を用いることとした。なお、ネパルトックの 50 年確率降雨量は、シンズリガリの 3~5 年確率に相当する降雨量であった。

表 3-19 コーズウェイ計画のための確率年降雨量

確率年	2	3	5	10	25	50
日降雨量(mm/日)	169	206	245	300	368	423

出典：調査団

表 3-20 排水施設計画のための確率年降雨量

確率年	2	3	5	10	25	50
日降雨量(mm/日)	86	106	126	154	190	218

出典：調査団

iv) 降雨強度解析

設計降雨強度の算定は、第二工区詳細設計にて行われたカトマンズ空港観測所の降雨記録を用いた設計降雨強度解析結果を活用した。すなわち、カトマンズ空港観測所の降雨強度と日降雨量の比率を、シンズリガリ及びネパルトックで観測された日降雨量に適用して、両地点の降雨強度を算定した。

この結果のシンズリガリとネパルトックの降雨強度曲線を、図 3-14 と図 3-15 にそれぞれ示す。

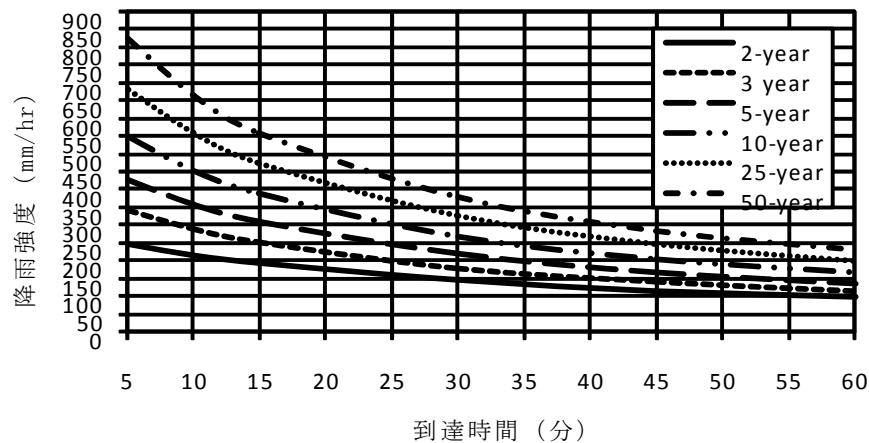


図 3-14 シンズリガリの降雨強度曲線

出典：調査団

図 3-14 によれば、コーズウェイ計画に用いるシンズリガリにおける到達時間が、60 分での 50 年確率時間降雨量は 228mm/hr となっている。

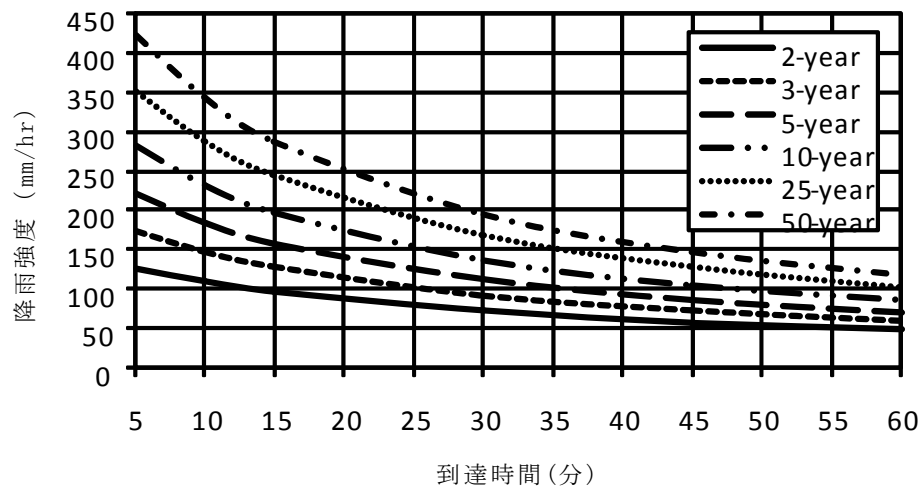


図 3-15 ネパルトックの降雨強度曲線

出典：調査団

図 3-15 によれば、到達時間が 10 分での降雨強度は、3 年確率で 150mm/hr、10 年確率で 230mm/hr、25 年確率で 290mm/hr、50 年確率で 350mm/hr となっている。

v) 流出計算

流出計算は合理式を用い、排水能力をマニング式で行った。

なお、流出係数は「道路土工 排水工指針」（日本道路協会）を参考に、流域の多くが急峻な地形であることから、重要な横断排水施設に対しては 0.8、降雨確率年の低い路側水路に対しては 0.4 を採用した。

$$Q = 1/3.6 \times C \times I \times A$$

ここに、
 Q= 流量 (m³/sec)
 C= 流出係数
 I= 降雨強度 (mm/hr)
 A= 流域面積 (km²)

vi) 路側水路

路側水路の形状は「ネ」国基準（ Road Safety Note 2, Designing Safe Side Drains, Traffic Engineering and Safety Unit, Design Branch, Department of Roads, November 1996 ）の提案に基づいて、交通安全の面から、深さ 45cm 以下、底幅 40cm 以上を基本とした。各種断面・形式については第二工区と同様とした。なお、防災上流末できる箇所が制限され、やむを得ず側溝延長が長くなって水路断面が大きくなる場合は特例とした。また、走行の快適性や路面の損傷軽減から片勾配が谷側に付き、谷側路肩に排水される場合は、谷側の防

災上の観点から必要に応じてコンクリート縁石を設け、適切な箇所まで導水し排水する計画とした。

vii) 横断水路

「ネ」国基準（Classification and Design Standards for Feeder Roads (Second Revision),1994, Department of Roads）に基づいて最小管径を 60cm とした。なお、流末処理において、用地幅内の地質が悪く防災上問題があるような場合は、必要箇所まで延長した。各種断面・形式については第二工区と同様とした。

viii) 流路工

ジグザグ区間など同じ沢が連続的に何回も道路を横断する場合、及び沢床が浸食を受け易い地質で、流末とした場合には斜面崩壊、道路の破壊に至る浸食の昂進が予測されるなど、整備された流路工が必要と判断される箇所に流路工を設置した。

ix) 灌漑水路

プロジェクト道路沿線には多くの農業用水路があり、道路建設により影響を受ける。これらについては、同等断面の用水路を設けて付替えを行った。また、農業用水路が道路を横断する場合には、既存水路断面と同等または最小管径 45cm 以上の横断管により機能を補償する計画とした。第二工区の残り 3.9km 区間を除く調査対象の第三工区での必要箇所及び断面を表 3-21 に示す。

表 3-21 灌漑水路の箇所及び断面

箇所 (STA.)	断面 (mm)	箇所 (STA.)	断面 (mm)	箇所 (STA.)	断面 (mm)
4+350	600	18+535	600	24+100	450
4+390	600	18+565	450	24+120	450
4+480	600	18+660	1,200	24+140	450
5+740	600	19+070	600	24+200	600
8+650	1,200	19+240	600	24+265	450
9+610	900	19+360	600	24+285	450
9+940	900	19+580	450	24+340	450
17+140	1,200	19+665	600	24+370	450
17+360	900	19+720	600	24+380	900
17+470	600	19+840	600	31+330	600
17+530	600	20+780	600	31+390	600
17+550	600	21+140	1,200	31+490	600
17+650	600	21+980	600	31+780	600
17+740	600	22+180	600	32+160	600
17+840	600	23+280	600	32+620	600
17+925	600	24+000	600	32+920	600
18+000	600	24+020	450	-	-
18+460	600	24+065	450	-	-

出典：調査団

6) 擁壁計画

擁壁が必要な箇所においては、擁壁高さ、地盤条件、施工条件等を鑑み、原則として表 3-22 に示す形式から選定した。

表 3-22 擁壁形式選定一覧表

形 式	高さの適用	地盤条件	適用条件
玉石混じりコンクリート 重力式擁壁	3m 以下	砂質土以上	・谷側の地形が約 45 度の急傾斜であるが、高さが低くでき、かつコンクリートの供給が容易な場合
練石もたれ擁壁	盛土は 5m 以下 切土は 7m 以下	砂質土以上	・盛土部の地形が 30～35 度と比較的緩く、一般的な場合(護岸含む) ・切土部は破碎帯部の表層付近の不安定土塊を押える場合 ・コンクリートの供給が容易な場合
複合式 (練石積+重力式)	盛土で 15m 以下	砂礫以上	・谷側の高さが 5m を超える場合 ・5m を超える部分は、重力式基礎とする場合 ・コンクリートの供給が容易な場合
ガビオン擁壁 (t=1.0 又は 0.5m)	盛土は 5m 以下 切土は 7m 以下	砂質土以上	・盛土、崩壊部や地すべりブロックで背面の湧水が多い場合 ・コンクリートの供給ができず、全て人力で作業する場合
特殊ガビオン擁壁 (t=0.5m)	盛土で 5m を超え、7m 以下	軟岩以上	・高さが 5m を超え、急峻でコンクリート打設ができず、全て人力で作業する場合 ・中詰材料が豊富にあり、全て人力作業とする場合
ジオテキスタイル補強 土壁工(アンカー無し)	7m を超える場合	砂質土以上	・コンクリート及びガビオン形状の採用が不適な場合
ジオテキスタイル補強 土壁工(アンカー併用)		中硬岩以上	・施工幅が狭く、堅固な岩があり、アンカーが期待できる場合
練石張	盛土で 10m 以下	砂礫以上	・のり面の勾配が 1:1.0 以上に緩くできる護岸のり面保護工とする場合
コンクリートもたれ擁壁	切土で 7m 以下	軟岩以上	・崩壊部等で地山がルーズでかつ背面からの湧水がない場合 ・のり面上部に不安定な岩塊があり、その根固めとする場合 ・のり面上部の比較的大きい転石が落石した場合の防護とする場合
置換えコンクリート	—	軟岩以上	・山岳地などにおいて支持層となる岩盤が傾斜している場合や支持地盤として不適な地盤が存在する場合

出典：調査団

7) 護岸・洗掘防止・吸出し防止計画

i) 基本事項

河川での洪水による災害は、主に河道湾曲部に発生していることが「第四工区緊急復旧計画」で示されている。このため本プロジェクトにおいても、河川敷内を通過する区間又は渡河する道路構築物は、下記に示すように、道路路面は50年確率での洪水水位に河川余裕高を加え、さらに河道湾曲部での水位上昇分を加えた高さに計画した。護岸は、第四工区緊急復旧計画を参考に練石積複合式擁壁を、護岸基礎部分の洗掘対策として場所打ちコンクリート製の根固め工を選定した。また、盛土材の洪水時における吸出し防止として、盛土材には洪水水位まで礫質土等の良質土を使用し、その上面に土木シートを布設する計画とした。

- ・ 道路路面計画高 \geq 50年確率計画洪水水位+湾曲部水位上昇+河川余裕高
- ・ 護岸の構造 : 練石積複合式擁壁
- ・ 洗掘対策 : 最大洗掘深さへの対処、土砂移動防止及び吸出し防止に効果があるコンクリート製根固め工を選定する。
- ・ 根固め工の厚さ : 対象箇所の流速から1.2~0.9mを採用する。
- ・ 根固め工の長さ : 設計洗掘深さから6mとする。

ii) 50年確率計画洪水水位

① 水理解析

水理解析は、US Army Corps of Engineers、Hydrologic Engineering Centerにより開発された水理シミュレーション用ソフトHEC-RASを用い、以下に示す方程式による不定流シミュレーションを行った。

連続方程式 :

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

運動方程式 :

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q^2/A)}{\partial x} + gA\left(\frac{\partial h}{\partial x} + S_f\right) = 0$$

摩擦勾配 S_f はマンニングの式により与えられる。

$$S_f = \frac{n^2 |Q| Q}{A^2 R^{4/3}}$$

ここで

- Q = 流量 (m^3/s)
- A = 通水面積 (m^2)
- Q = 単位流路長当たりの横流入・出量 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$)
- X = 流路長 (m)

- T = 経過時間 (s)
 S_f = 摩擦勾配
 H = 水位 (m)
 R = 径深 (m)
 N = マニングの粗度係数
 G = 重力加速度 (m/s²)

② 計画洪水位

水理解析結果による各支流及びロシ川とスンコシ川本流の 50 年確率計画洪水位を表 3-23 に示す。水理解析計算については資料 8-1 に示す。

表 3-23 各河川の 50 年確率計画洪水位

河川名 (コースウェイ地点)	計画洪水位 (m)	河川名 (断面地点)	計画洪水位 (m)
バル川	464.07	ロシ川 CH31+000	546.40
ニグリ川	481.46	ロシ川 CH30+800	544.85
ガダウレ川	509.86	ロシ川 CH30+600	542.18
チャインプール川	492.50	ロシ川 CH30+400	540.05
カハレ川	485.41	ロシ川 CH30+200	537.73
ボテ川	503.17	ロシ川 CH30+000	536.40
ガンガテ川	534.78	スンコシ川 CH28+500	523.18
ダミレ川	522.76	スンコシ川 CH28+000	521.64
サディ川	529.76	スンコシ川 CH27+500	519.88
アンデリ川	502.24	スンコシ川 CH27+000	519.31
ジャギレ川	501.90	スンコシ川 CH26+500	516.94
バダウレ川	485.71	-	-

出典：調査団

iii) 河道湾曲部の水位上昇と余裕高

① 水位上昇

道路縦断計画は、洪水位に湾曲部の水位上昇も加味し決定され、水面上昇は下式により算定した。スンコシ川とロシ川の各測点での計算結果を表 3-24 に、ボテ川の計算結果を表 3-25 に示す。なお、各地点における流量及び流速計算は、添付資料 8-1 に示す。

$$\Delta h = B \cdot U^2 / (2 \cdot g \cdot rc)$$

ここに、 Δh : 湾曲部外側における水面上昇量 (m)

B : 河川幅 (m)

U : 河川断面の平均流速 (m/s)

g : 重力加速度 (m/s²)

rc : 河川局部の曲率半径

(出典：「建設省河川砂防技術基準(案)同解説 調査編」123 頁)

表 3-24 スンコシ川とロシ川での湾曲部水位上昇量

河川名/ 流量	測点	河川幅 (m)	流速 (m/s)	曲率半径 (m)	水面上昇 $\Delta h/2$ (m)
スンコシ 4,749m ³ /s	28+600	414	5.00	1,000	0.53
	29+100	768	3.06	1,000	0.37
	29+600	687	4.26	1,000	0.64
	30+080	431	5.09	1,000	0.57
	30+500	357	5.38	1,000	0.53
	設計値				0.60
ロシ 1,080m ³ /s	31+880	280	2.30	500	0.15
	32+100	180	4.82	600	0.36
	32+320	230	4.33	400	0.55
	32+500	110	4.06	200	0.46
	設計値				0.50

出典：調査団

表 3-25 ボテ川での湾曲部水位上昇量

河川名/ 流量	測点	河川幅 (m)	流速 (m/s)	曲率半径 (m)	水面上昇 $\Delta h/2$ (m)
ボテ 916m ³ /s	18+200	40	8.76	110	1.42
	18+155	50	7.74	200	0.76
	18+085	81	5.08	400	0.27
	設計値				1.50

出典：調査団

② 余裕高

スンコシ川沿いの道路計画は、切土による環境への影響を抑制するため路面は水位よりかなり高いところに位置し、余裕高は十分確保できる。しかし、擁壁基礎天端を水の影響が少なくなる以上とする必要がある。この余裕高としては、河川管理施設等構造令によれば、2000m³/s 以上～5000m³/s 未満の計画高水量に対する余裕高は 1.2m とされているが、コンクリート基礎天端でありコスト削減のため、その 1/2 の 0.6m を採用した。

一方、ロシ川沿いの道路計画は、水位から路面高さが決定されるため、500m³/s 以上～2000m³/s 未満の計画高水量に対する余裕高は 1.0m とされている。しかし、本河川の水利条件は地形や蛇行による影響で極めて特異であることから安全側に 1 ランク上 (2000～5000m³/s) の 1.2m を余裕高として採用した。なお、ボテ川は、特に問題はないので 500m³/s 以上～2000m³/s 未満の計画高水量に対する余裕高 1.0m を採用した。

③ 護岸基礎部の洗掘対策

道路陥没及び擁壁崩壊の主因と推測される洗掘現象の規模を把握することを目的として推定最大洗掘深さを求めた。この洗掘深さから護岸の基礎根入れ

深さ及び根固め工の設置を検討した。なお、推定最大洗掘深は以下に示す洗掘深さのうち最大のものとした。

- 水理計算結果を基に推定された最大洗掘深
- 現況最大洗掘深

水理計算結果を基に推定される最大洗掘深

湾曲部での水理計算結果に基づく根固め工を敷設しない場合の推定最大洗掘深は以下の式により算定した。

$$H_{max} = C \times H_d$$

ここに、 H_{max} ：推定最大洗掘部の水深 (m)

H_d ：設計水深 (m) = 洪水位 - 河床高

C ：深堀比 (b/r を代入して図 3-16 から求める)

b ：河川本流の幅 (m)

r ：護岸部の曲率半径 (m)

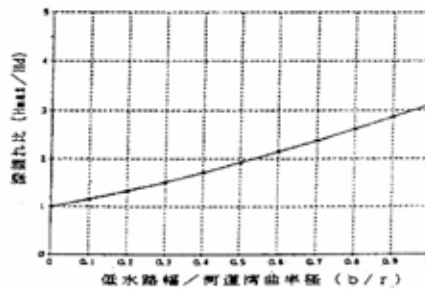


図 3-16 深堀比算定図

出典：「美しい山河を守る災害復旧基本方針」参考 I-15 頁

推定最大洗掘深は次式により求まる。

$$\Delta Z_s = H_{max} - H_d$$

ロシ川とボテ川の推定最大洗掘深を表 3-26 及び表 3-27 に示す。

表 3-26 ロシ川の推定洗掘深(根固め工を敷設しない場合)

測点	洪水位	河床高	水深 (m)	b (m)	r (m)	C	H_{max}	ΔZ_s
31+880	536.50	532.99	3.51	80	500	1.3	4.56	1.06
32+100	538.56	535.73	2.83	50	直線	1.0	-	-
32+320	540.58	538.00	2.58	80	400	1.4	2.83	1.04
32+500	542.24	540.03	2.21	110	200	2.0	4.42	2.21
最大値								2.3

出典：調査団

表 3-27 ボテ川の推定洗掘深(根固め工を敷設しない場合)

測点	洪水位	河床高	水深 (m)	b (m)	r (m)	C	Hmax	$\angle Zs$
18+200	503.17	499.49	3.68	40	110	1.6	5.89	2.21
18+155	501.97	498.00	3.97	50	200	1.4	5.56	1.59
18+085	500.23	497.17	3.06	81	400	1.3	3.98	0.92
最大値								2.3

出典：調査団

なお、アンデリ川沿いはほぼ直線であることから、推定最大洗掘深は現況と同じとした。

ロシ川の現況最大洗掘深

既存の地形図および現地調査結果から図 3-17 に示すとおり、現況最大洗掘深は 1.2~1.3m であった。

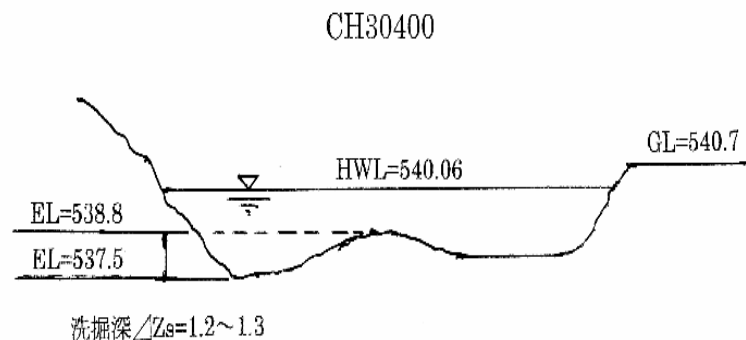


図 3-17 ロシ川の現況最大洗掘深関係横断面図

設計最大洗掘深の設定

前述までの検討の結果、おおむね 1.0~2.2m で 2m 程度と考えられるので、擁壁基礎底盤までの設計最大洗掘深を 2.5m に設定した。

擁壁基礎の根入れ深さと根固め工の採用

擁壁基礎の根入れ深さは、①根固め工を設置せずに推定最大洗掘深さだけ下の位置に設定する方法と、②根固め工を併用し擁壁基礎根入れを小さく設定する方法が考えられる。

設計洗掘深 2.5m とした場合方法では、基礎底版も含めると掘削深さが 3m になり、また、施工位置が川沿いであることからポンプ排水による掘削工事となり施工が容易ではない。さらに、施工後の洪水に対して基礎前面先端部分の土砂が流失し、第四工区での災害のように石積擁壁の安定に重大な影響がある。

一方、根固め工を併用する場合は、根固めブロックによって基礎先端部分の土砂移動を防ぐ効果を得られ、洗掘に加え、吸出し現象に対しても効果的である。また、施工に掘削深さも浅くてすむことから、将来に補修も行いやすく維持管理の観点からも優れている。

以上の理由から、対象区間では根固め工の敷設を併用し、基礎底面までの根入れ深さは現地盤または最深河床高のいずれか低い方より 2m を確保することとした。

④ 根固め工の規模

設計流速（代表流速）

根固め工の設計流速は、水理計算での平均流速に補正係数を乗じて算定された流速とした。各河川における測点での設計流速を表 3-28 に示す。

移動床で外岸側の補正係数（ α ）は、流れの補正（ $\alpha 1$ ）と根固めの補正（ $\alpha 2$ ）とし、 $\alpha = \alpha 1 \cdot \alpha 2$ とされる。（出典：「美しい山河を守る災害復旧基本方針」参考 I-16 頁）

$$\alpha 1 = 1 + b/2R + \Delta Z/2Hd$$

$$\alpha 2 = 0.9 (Bw / H > 1 \text{ の場合})$$

ここに、Hd : 設計水深

b : 低水路幅

R : 曲率半径

ΔZ : 現況最大洗掘深)

Bw: 根固め工幅 (6m)

H1 : 根固め工上の水深)

表 3-28 各河川の設計流速

河川名	測点	b	R	ΔZ	Hd	$\alpha 1$	$\alpha 2$	α	平均流速	設計流速	採用値
ロシ	31+880	80	500	1.3	3.51	1.27	0.9	1.14	2.30	2.62	6
	32+100	50	600	1.3	2.83	1.27	0.9	1.14	4.82	5.49	
	32+320	80	400	1.3	2.58	1.35	0.9	1.22	4.33	5.28	
	32+500	110	200	1.3	2.21	1.57	0.9	1.41	4.06	5.72	
アンデリ	37+290	150	∞	1.5	3.10	1.24	0.9	1.12	4.69	5.25	7 (注 1)
	37+400	100	∞	1.5	2.84	1.26	0.9	1.13	6.18	6.98	
	37+500	145	∞	1.5	2.48	1.30	0.9	1.17	4.99	5.84	
ボテ	18+200	40	∞	1.0	3.68	1.14	0.9	1.02	8.76	8.93	7 (注 2)
	18+155	50	∞	1.0	3.97	1.13	0.9	1.02	7.74	7.89	
	18+085	81	∞	1.0	3.06	1.16	0.9	1.04	5.08	5.28	

出典：調査団

(注 1)： アンデリ川の流心は流量と水位によってその都度状況が変化すると判断されるため、STA. 37+400 を代表断面として採用値を設定した。

(注 2)： ボテ川下流は、現況の洗掘状況からの推測と、コーズウェイの影響で実際は計算値より遅くなると予想されることから、最大を 7m/s と設定した。

根固め工の形状

本計画における設計流速は大きく、根固め工として必要な重量もかなり大きなものとなる。そこで施工性を考慮し、根固めを現場打ち形式で施工する計画とした。

形状は、「第四工区緊急復旧計画」を参考に、表 3-29 に示すとおりとした。

表 3-29 設計流速と根固め工の規模

項目	Type-A	Type-B
設計流速	7 m/s	6m/s
1ブロックの幅	2.0 m	2.0m
1ブロックの長さ	2.5 m	2.5m
厚さ	1.2 m	0.9m
重量	13.8 ton	10.3ton

出典：調査団

なお、根固め工の敷設幅は以下の式により算定した。

$$Bc = Ln + \triangle Z / \sin \theta$$

ここに、Bc：根固め工の敷設幅（m）

Ln：護岸前面の平坦幅（2mとする）

$\triangle Z$ ：計画洗掘深（m）

θ ：河床洗掘時の斜面勾配（砂の安息角 30° を採用）

（出典：「護岸の力学的設計法」106頁）

いずれの区間も根固め工を敷設することとしているため、擁壁基礎の根入れ深さとして設定した 2m を洗掘深さとして敷設幅を設定した。必要敷設幅の算定は下式により 6m と算定した。

$$Bc = 2.0 + 2.0 / \sin 30^\circ = 6 \text{ m}$$

⑤ 吸出し対策に係る基本方針

洗掘対策として、十分な根入れ深さの確保と根固め工の設置を採用したことより、吸出し現象に対する対策は十分に図ることが可能であると判断される。さらに、裏込め材が洪水位の上昇・下降の変動で流出しないため、また、根固め工の底部には吸出しに対する抵抗力を強めるため、細粒分の少ない玉石材を用いることとした。

8) コーズウェイ計画

i) 基本方針

河川横断構造物は、「シンズリ道路建設計画アフターケア調査」において、地形・地質が厳しい第二～第四工区については、段階施工の第一次施工として、初期投資を極力抑える目的で主にコーズウェイによる整備方針を選定した。この際、道路施設に対するある程度の被災を許容した計画とし、雨期の頻繁な維持管理と洪水ピーク時の交通遮断の発生を前提とした。また、コーズウェイの形式として①越流型コーズウェイ、②穴あきコーズウェイ、③潜り橋の3タイプに区別し、それぞれの特性ごとに適用基準を設け整備計画を立案した。

これを受けて、第一工区及び第四工区では、主に越流型のコーズウェイを選定し整備を行ったが、供用開始後コンクリート版の摩耗や土石流の堆積等が生じ、想定した以上に維持管理上の問題が生じることとなった。このため、整備方針を修正し、第二工区ではボックス型（穴あき）コーズウェイを基本とする整備方針とした。

以上のことから本案件でも、第二工区の整備方針を踏襲して、ボックス型コーズウェイを基本として整備計画を策定した。

ii) 設計計画

① 適用基準類

ボックス型コーズウェイは、下記の基準類に準拠して設計を行った。

- ・道路橋示方書・同解説Ⅰ～Ⅴ、平成14年3月、日本道路協会
- ・道路土工カルバート工指針、平成11年3月、日本道路協会
- ・道路土工のり面工・斜面安定工指針、昭和61年11月、日本道路協会
- ・解説・河川管理施設等構造令、昭和53年3月、日本河川協会
- ・荒廃溪流地帯を通過する道路設計に関する研究、昭和57年2月
（財）砂防・地すべり技術センター
- ・美しい山河を守る災害復旧基本方針第五版、平成14年6月
全国防災協会
- ・美しい山河を守る災害復旧基本方針・解説版、平成13年11月
全国防災協会
- ・水理公式集、昭和60年1月、土木学会
- ・「ネ」国基準「Classification and Design Standards for Feeder Roads (Second Revision), 1994, Department of Roads」
- ・インド国基準「Indian Road Congress (IRC) Standard」

② コーズウェイの整備対象河川と河川特性

コーズウェイの整備対象河川は、現地踏査により表3-30に示す9箇所とした。道路計画高は、水文解析により求められた洪水流量を用いて、道路交差位置における計画高水位を求め、余裕高を確保して決定した。なお、道路計画上縦断が下げられないガダウレ川については、計画高水位によらず道路計画高を決定した。

表 3-30 コーズウェイの整備対象河川と河川特性

#	河川名	流域面積 (km ²)	流れの形態・ 区分	渡河位置	洪水流量 (m ³ /s)	計画高 水位 (m)	転石の最 大粒径 (m)
1	バル川	0.58	砂礫型土石流	堆積区間	29	464.07	1.00
2	ニグリ川	21.70	土砂流		1101	481.46	2.00
3	ガダウレ川	0.73	砂礫型土石流	堆積区間	37	509.86	-
4	チャインプール川	18.16	土砂流		922	492.50	1.50
5	カハレ川	4.53	土砂流		230	485.41	0.75
6	ボテ川	18.04	土砂流		916	503.17	0.75
7	ガンガテ川	19.03	土砂流		966	534.78	0.70
8	ダミレ川	28.35	土砂流		1439	522.76	1.50
9	サディ川	7.21	土砂流		366	529.76	0.30

出典：調査団

③ 路面高の決定

路面高は、水文解析により算出した 50 年確率降雨による計画高水位に、桁下の余裕高を確保し床版厚を加えた高さとして計画した。桁下余裕高は、「荒廃溪流地帯を通過する道路設計に関する研究」を参考に設定した（図 3-18 参照）。これによると、桁下高は次のように定義されている。

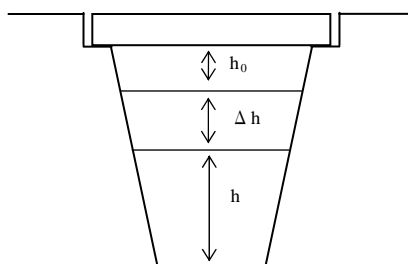


図 3-18 余裕高さの取り方

桁下高 = 土石流（土砂流）の最大波高(h)
+ 土石流（土砂流）に対する余裕高(Δh) + 橋梁としての余裕高(h₀)

これを、第二工区と同様に下記のように計画した。

h：水文解析により求まる計画高水位(m)。

Δh：洪水流に対する余裕高であり、0.4×h(m)または0.8(m)とする。

h₀：河川管理基準等構造令」第 20 条に定められる表 3-31 に示す橋梁としての余裕高。

表 3-31 橋梁としての余裕高

計画高水流量 (m ³ /s)	200 未満	200 以上 500 未満	500 以上 2,000 未満
計画高水位に加える値 (m)	0.6	0.8	1.0

出典：河川管理基準等構造令

また、ポテ川及びサデ川については、渡河位置で河道が大きく湾曲していることから、内・外岸の水位差を考慮し、水理公式集の局所流の下式の 1/2（平均高からのせり上がり高さ）を余裕高に加えた。

$$\Delta h = m \frac{b \cdot v^2}{g \cdot r_c}$$

ここに、

Δh : 最大水位差

b : 水路幅

r_c : 中心線の曲率半径

v : 断面平均流速

m : 係数 (=1 とする)

なお、コーズウェイの設計では被災リスクを許容しつつ工事費を低減させるため、土石流の通過及び堆積に係る余裕高は考慮しないこととした。

④ コーズウェイの路面計画高の決定

前述までの条件で設定したコーズウェイの路面計画高を表 3-32 に示す。なお、第二工区の残り 3.9km 内に位置している 3 箇所のコーズウェイも再計画したので同じ表内に表示した。

表 3-32 コーズウェイの路面計画

No.	river name	gradient(%)	Q(m ³ /s)	HWL(m)	h(m)	LRBL(m)	gradient(%)	∠HWL(m)	∠h(m)	h0(m)	Curve Flow	桁下高	桁下堰高	slab(m)	Planning Height	Planning Height
		河床勾配	洪水流量	計画高水位	水位	最低河床高	水面勾配	計画高水位増分	洪水時余裕高	余裕高	局所流	桁下高	桁下堰高	床版厚	最低路面計画高	路面計画高
1	Andheri Khola	3.36	987	502.24	2.48	499.76	3.29	0.095	1.0	1.0		4.575	504.335	0.968	505.400	505.400
2	Jagire Khola	5.65	62	501.90	1.40	500.50	6.67	0.192		0.6		2.192	502.692	0.968	503.700	504.044
3	Bhadaure Khola	10.87	186	485.71	2.10	483.61			0.8	0.6		3.500	487.110	0.968	488.100	491.971
4	Bhalu Khola	11.00	29	464.07	0.65	463.42			0.8	0.6		2.050	465.470	0.968	466.500	470.000
5	Nigule Khola	3.37	1101	481.46	3.97	477.49	2.01	0.058	1.6	1.0		6.628	484.118	0.968	485.100	485.100
6	Gadaule Khola	8.85	37	509.86	1.28	508.58	8.86	0.255	0.8	0.6	0.788	3.723	512.303	0.968	513.300	515.000
7	Chainpur Khola	2.40	922	492.50	3.16	489.34	3.08	0.089	1.3	1.0		5.549	494.889	0.968	495.900	495.900
8	Khahare Khola	6.88	230	485.41	0.87	484.54	7.11	0.205	0.8	0.8		2.675	487.215	0.968	488.200	488.200
9	Bhote Khola	3.19	916	503.17	3.68	499.49	3.42	0.098	1.5	1.0	0.783	7.061	506.551	0.968	507.600	507.600
10	Gangate Khola	2.86	966	534.78	2.78	532.00	3.00	0.086	1.1	1.0		4.966	536.966	0.968	538.000	538.000
11	Dhamile Khola	3.24	1439	522.76	4.25	518.51	2.81	0.081	1.7	1.0		7.031	525.541	0.968	526.600	526.600
12	Sadhi Khola	5.00	366	529.76	1.36	528.40			0.8	0.8	1.535	4.495	532.895	0.968	533.900	533.900

流量 水文解析により決定。

計画高水位 //

洪水時余裕高 0.4×水深、または0.8のうち大きい方

余裕高 河川構造合により、流量から決定。

床版厚 径間長10mのとき900mm＋路面勾配48mm＋ゴム板20mm

局所流 水理公式集より

最低路面高 最低河床高＋(計画高水位増分＋水深＋洪水時余裕高＋余裕高＋床版厚)

出典：調査団

⑤ 構造細目

- ・ コーズウェイの起終点は、現場条件を考慮し、道路計画上及び水理条件上問題がない位置とした。
- ・ コーズウェイの径間長は、第二工区の考え方（経済性による）を踏襲し 10m とした。
- ・ 底版の根入れは呑み口における底版上面を基準とし、砂礫型土石流が流下する河川については 2.0m、その他河川は 1.5m とした。
- ・ 中間壁および端部壁前面のかぶりは、土砂流による摩耗を考慮して 150mm とする。床版や底版は 100mm とした。
- ・ コーズウェイ延長の長いニグリ川については、歩行者が恐怖感を感じず安全に通行できることを考慮して、高さ 1.1m の転落防止柵を設置した。

iii) 設計計算

① 設計条件

主な設計条件を下記に示す。

- a) 設計荷重 A活荷重（道路橋示方書による）
- b) 衝撃荷重 $i=0.3$ （道路土工 カルバート工指針より）
- c) 設計震度 設計水平震度 $kh=0.15$ （インド基準 IRC より）
- d) 許容応力度

コンクリート： $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$

鉄筋：インド基準を使用する。

最大鉄筋径は D25 とし、設計の際は SR235 相当とする。

② 設計ケース

コーズウェイの概略設計は、径間数と構造高さ（床版下面から底版上面までの高さ）、土圧の作用有無から表 3-33 のようなケース分けをした。

表 3-33 設計計算ケース

	構造高さ	径間数	作用土圧	対象コーズウェイ
1	8.5m	4	両側	#1, #6
2	8.0m	4	片側	#9
3	8.0m	3	片側	#2, #7, #8
4	8.0m	3	なし	#2
5	7.0m	2	両側	#3
6	7.0m	2	片側	#4
7	4.0m	4	片側	#5

出典：調査団

③ 荷重ケース

構造設計に用いる荷重は下記の種類を考慮し、これらの組み合わせは表 3-34 のとおり設定した。

- 死荷重

- 活荷重（衝撃は常に考慮）
- 土圧（水平土圧）
- 地盤反力（地盤バネ）
- 温度変化の影響（上昇+20℃、降下-15℃）
- 地震荷重（ $k_h=0.15$ ）

表 3-34 荷重の組み合わせ表

No.	荷重の種類	①	②	③	④	⑤	⑥	割増係数
1	死荷重	○		○	○			1.00
2	死荷重+活荷重	○	○	○	○			1.00
3	死荷重（温度上昇+20℃）	○		○	○	○		1.15
4	死荷重+活荷重（温度上昇+20℃）	○	○	○	○	○		1.15
5	死荷重（温度降下-15℃）	○		○	○	○		1.15
6	死荷重+活荷重（温度降下-15℃）	○	○	○	○	○		1.15
7	死荷重+地震荷重	○		○	○		○	1.50

出典：調査団

④ 活荷重の算出

活荷重は T 荷重を考慮し、後輪荷重が床版各支間に作用した場合や側圧として作用する場合など、部材に不利となるケースを考慮して検討した。1 軸線あたりの荷重はカルバート工指針 p. 27 より下記の値を考慮した。

$$\text{後輪 } P_{11} = (2 \times 100) / 2.75 \times (1 + 0.3) \times 4.75 = 449 \text{ (kN)}$$

$$\text{前輪 } P_{12} = (2 \times 25) / 2.75 \times (1 + 0.3) \times 4.75 = 112 \text{ (kN)}$$

なお、頂版に交通荷重が直接載荷することや、通常のカルバートのように剛構造ではないもののそれに準ずる構造となっていることから、すべての部材設計に衝撃を考慮した。

⑤ 地盤バネ

地盤バネ（鉛直バネ）は道路橋示方書 IV p. 255 の方法により設定した。なお、地盤の N 値は $N=30$ と仮定した。なお、水平バネは鉛直バネに対して十分大きい値とした。表 3-34 に地盤反力係数を示す。

$$k_v = k_{v0} \left(\frac{B_v}{0.3} \right)^{\frac{3}{4}} = \frac{1}{0.3} \alpha E_0 \left(\frac{\sqrt{A_v}}{0.3} \right)^{\frac{3}{4}}$$

表 3-35 コーズウェイ延長と地盤反力度

L(m)	$A_v(\text{m}^2)$	$k_v(\text{kN/m}^3)$	$k'_v(\text{kN/m}^2)$
20	115.0	19,200	110,000
30	172.5	16,500	95,000
40	230.0	14,800	85,000

出典：調査団

⑥ 設計結果

以上の設計条件で設計を行った結果のコースウェイの諸元を表 3-36 に示す。

表 3-36 コースウェイの設計結果

#	河川名	道路測点		延長 (m)	斜角 (°)	径間割
		始点 STA	終点 STA			
1	Bhalu Khola	0+850	0+880	30	70	3
2	Niguli Khola	4+506	4+696	190	90	3+1+3+1+3+1+3+1+3
3	Gadaule Khola	5+390	5+410	20	90	2
4	Chainpur Khola	9+875	9+925	50	90	2+1+2
5	Khahare Khola	11+145	11+235	90	90	4+1+4
6	Bhote Khola	18+210	18+250	40	90	4
7	Gangate Khola	20+920	20+980	60	90	2+1+3
8	Dhamile Khola	23+170	23+240	70	90	3+1+3
9	Sadhi Khola	26+046	26+136	90	70	4+1+4
合 計				640		

出典：調査団

9) 交通安全施設等計画

i) 交通安全施設

「ネ」国基準 DOR の「標準設計図(1978)」の視線誘導標（防護柵は記述されていない）を参考とし、第二工区の例に従い表 3-37 の要領により視線誘導標及びガードブロックを設置した。

表 3-37 視線誘導標及びガードブロック設置要領

視線誘導標	<ul style="list-style-type: none"> ・一般区間 ・曲率に応じた間隔（最大 5m）で視線誘導標を設置する。
プレキャストコンクリート L型ガードブロック	<ul style="list-style-type: none"> ・谷側に凸となる屈曲区間 ・谷底まで急傾斜、落差が大きく、逸脱した場合重大事故となる区間 ・逸脱した場合、下方の道路へ被害が波及するとともに事故の損害程度が相当大きくなるジグザグ区間
幅員減少警告ガードブロック	<ul style="list-style-type: none"> ・コースウェイ等で幅員が縮小する箇所

出典：調査団

ii) 規制案内標識

「ネ」国基準 DOR の「Traffic Signs Manual, Traffic Engineering and Safety Unit Design Branch, Department of Roads, HMG/N」に準拠して、表 3-38 の規制案内標識を設置した。

表 3-38 規制案内標識の種類

標 識 名	標識記号
【規制標識】	
Maximum speed	A22
【警告標識】	
Crossroads	B1
Side road right (left)	B3
Staggered junction	B4
Sharp bend to the right (left)	B10
Hairpin bend to the right (left)	B11
Double bend first left (right)	B12
Sharp change of direction	B13
Road Narrows on both sides	B14
Road Narrows on the right (left)	B15
Steep hill downward	B18
Steep hill upward	B19
Pedestrians in road ahead	B24
Children	B25
Falling rocks	B33
Narrow bridge	B35
Other danger	B36
Delineator post	B48
【案内標識】	
Parking place	C3
Hospital	C10
Bus-stop	C17
Diversion ahead	C20
Other information (Michi-no-eki, etc.)	C22
Causeway name plate	C29

出典：DOR 交通標識マニュアル

10) 待避所・バスストップ計画

大型車のすれ違いのための待避所を 200m 程度の間隔で設けた。それぞれの待避所はお互いに視認できるようにした。

また、沿線の主要な下記の村落 17 箇所にはバスストップを設けた。

- ・ STA. 4+380 付近 ディピパット (Dhiphat)
- ・ STA. 5+280 付近 ネウパネタール (Neupanetar)
- ・ STA. 5+820 付近 カルテチャインプール (Khalte Chainpur)
- ・ STA. 6+500 付近 シタルパティ (Shitalpati)
- ・ STA. 8+560 付近 グマウネチャインプール (Ghumaune Chainpur)
- ・ STA. 9+300 付近 グマウネチャインプール (Ghumaune Chainpur)
- ・ STA. 11+280 付近 ティンコプレ (Tinkhopre)
- ・ STA. 13+030 付近 リッテ (Riththe)
- ・ STA. 17+220 付近 ムルコット (Mulkot)
- ・ STA. 19+280 付近 ブルコット (Bhulkot)

- ・ STA. 20+260 付近 ラムタール (Ramtar)
- ・ STA. 21+520 付近 ボレタール (Boretar)
- ・ STA. 22+440 付近 ラトマテ (Ratmate)
- ・ STA. 25+100 付近 カハレトール (Khaharetol)
- ・ STA. 26+160 付近 サディ (Sadhi)
- ・ STA. 31+440 付近 ガジュリダハ (Gajulidaha)
- ・ STA. 32+810 付近 ネパルトック (Nepalthok)

11) 土捨場計画

土量配分計画、土地利用及び土地取得の容易さから、下記の箇所を候補として選定した。

- ・ STA. 5+650 付近 (カルテチャインプール、ガリ部の埋土)
- ・ STA. 7+400 付近 (浸食丘陵地)
- ・ STA. 11+000 付近 (スンコシ川高水敷)
- ・ STA. 19+000 付近 (スンコシ川高水敷)
- ・ STA. 29+000 付近 (スンコシ川高水敷)

12) 客土の土取場計画

土量配分計画、盛土材料の品質及び取得場所の容易さから、下記の箇所を候補として選定した。

- ・ STA. 37+000 付近 (第二工区) (アンデリ川河床材)
- ・ STA. 28+000 付近 (スンコシ川河床材)
- ・ ネパルトック付近 (ロシ川河床材)

13) 空地有効利用の提案箇所

本路線計画で発生する又は隣接する空地等が、有効利用できる可能性のある箇所として、下記の地区を選定した。

- ・ クルコット地区 (第二工区 STA. 39+300 付近)
- ・ グマウネチャインプール地区 (STA. 7+800 付近)
- ・ ムルコット地区 (STA. 17+300 付近)
- ・ ラムタール地区 (STA. 20+200 付近)
- ・ ネパルトック地区 (STA. 32+900 付近)

3.2.3 基本設計図

以上の基本計画に基づき作成した基本設計図面を資料-7 に示す。

3.2.4 施工計画

(1) 施工方針

本計画は我が国無償資金協力の枠組みで実施されることを想定し、施工方針として以下の事項を考慮した。

- 対象地域の地域経済の活性化、雇用機会の創出、技術移転の促進に資するため、本事業の実施に際しては現地の労働者、資材を最大限に活用する。
- 始点クルコット側及び終点ネパルトック側から「ネ」国施工の既存道路が利用できるため、工事用道路としてあるいは本線道路として最大限に有効活用する。
- 既存道路では、現在、住民生活のための公共バスや物資輸送の車両が通行しているため、工事関係車両との事故防止を図ると共に、できるだけ支障を及ぼさないように配慮する。
- 周辺には多くの集落と有用な耕作地が存在し、商店街や集会所も所々に分布しているため、工事に伴って生じやすい交通事故、騒音・振動、排気ガス・粉塵等の環境問題に配慮した計画とする。
- 6月から9月の間は雨季であることを考慮した現実的な施工法を立案する。
- 「ネ」国側実施体制については、図 2-2 及び図 2-3 に示す DOR とのシンズリ道路プロジェクト事務所が担当する。

(2) 施工上の留意事項

1) 労働基準の尊重

施工業者は、労働者の雇用に際し「ネ」国の労働基準法を遵守すると同時に、雇用に伴う適切な労働条件や習慣を尊重し、労働者との紛争を防止するとともに、労働災害に関わる安全を確保するものとした。

2) 工事中における既存道路の改良

既存道路は、クルコット側に約 3km、ネパルトック側から Sta. 5 付近まで約 25km があり、一般車両が一日数十台程度通行している。幅員は 3~4m 程度で縦断勾配が約 30%の区間があり、路面は地肌のままで凹凸が著しく、川の横断部は河床を渡るだけの劣悪な道路である。このため、工事用道路と使用する場合は、有効幅員を 4m とし、路面も厚さ 15cm の砂利を締め固め、河床にはパイプを敷設して改良する計画とした。

3) 工事中の交通規制・安全管理・安全対策

本工事は、多くの集落・集会所と有用な耕作地を通過する既存道路を最大限活用し施工される道路工事となり、一般交通と工事用車両が混在することとなる。このため、交通誘導員を配置し、交通規制と通行車両及び歩行者の円滑な誘導確保を図った。

また、現場内立入り規制や交通規制箇所毎に、交通安全標識等の交通安全施設を設置して、交通事故の発生や作業エリア内での事故を防止する計画とした。さらに、安全に係る広報活動を行い周知徹底することとした。

また、急峻な地形、狭い工事エリアの中での切土、谷側擁壁の深い構造物掘削等の工事等で、災害を誘発させやすい状況が連続的に発生する。このため、落石防止柵、転落防止柵及び立入り規制等の安全対策に十分な配慮を払った。

4) 周辺環境・地区及び住民への配慮

周辺地区及び住民に対し、影響を最小限とするように十分な注意・配慮を払った。具体的には下記事項のとおりとした。

- ・ 工事用車両は最高速度 20km/hr、平均速度 15km/hr の低速度走行
- ・ 低音・低振動のジェネレーターの使用
- ・ 通行する道路には散水車による適宜の散水
- ・ 河岸耕作地への侵食防止を考慮した採取場所の選定
- ・ 土留め等による掘削土の流出による道路下の植生・田畑への影響の抑止

5) 雨季の工事

雨季中は、品質管理上から舗装工事（DBST 舗装とアスファルトコンクリート舗装）を、また、河川内作業での安全管理上からコーズウェイ工事及び護岸工事を行わないこととした。なお、その他の工事については、降雨による大きな影響は比較的少ないと判断されるため通常の稼働率での工程管理とした。

6) 工事資材の現場内輸送

すべての工事資材は、シンズリバザールとネパルトックからの輸送となる。本工事環境では、資材の補給が円滑に進むか否かが進捗を左右する。このため、シンズリ道路内の輸送路を常に確保する計画とした。

7) 品質管理の重点項目

本道路工事の主要構造物は、ガビオン擁壁とコンクリート構造物である。これらの構造物の品質は道路の寿命に大きく影響するため、ガビオン線とコンクリートの品質を重点項目として厳格に管理することとした。

(3) 施工区分

本無償資金協力事業を実施する場合、日本及び「ネ」国政府それぞれの負担事項の概要は表 3-39 に示すとおりである。

表 3-39 日本及び「ネ」国政府それぞれの負担事項

日本側負担事項	「ネ」国側負担事項
<ul style="list-style-type: none"> ・ 実施設計、入札図書の作成、入札補助及び工事の施工監理 ・ 「基本計画」に示された道路工事、関連付帯工事及びコーズウェイ 12 箇所等 ・ 仮施設（建設ヤード等）の建設・撤去 ・ 工事期間中に工事用道路として使用する既設道路の路面改良・維持補修 ・ 工事期間中における工事の環境汚染の防止対策 ・ 「資機材調達計画」に示された建設資機材の調達、輸入及びサイトへの輸送と輸入機材については調達国への再輸出 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本事業に必要な住民対策と用地の確保 ・ 環境モニタリングの実施 ・ 道路工事に必要な用地内の私有家屋・建物の補償と撤去 ・ 本事業の工事に支障となる公共施設の移設工事 ・ キャンプ・ヤード、建設ヤード等仮設用地の無償提供 ・ 工事中の迂回路・仮設道路、既存道路の交通規制・管理 ・ 工事完成後の周辺住民、学校、バス利用者、運転手、警官に対する交通安全の広報と教育訓練 ・ 完成した施設の適切な維持管理（ただし、工事用道路として使われる路面の維持管理は除く） ・ 工事完成後のムルコット地区地すべりの継続観測 ・ 事後モニタリングと環境監査の実施 ・ 地元住民による空地等の有効利用への助言と支援

出典：調査団

(4) 施工監理計画

1) コンサルタントの施工監理

本調査後に引き続き、実施設計、両国間の交換公文（E/N）、無償資金協力に係わる契約（G/A）の締結が実施される。その後、JICAからのコンサルタント推薦を受けDORとコンサルタント契約を締結し、施工業者の事前審査及び入札業務が行われる、

実施業者契約後、コンサルタントは工事業者に対し工事着工命令を発行し、施工監理業務を開始する。施工監理業務では工事進捗状況をDOR、現地JICA事務所等に直接報告するとともに、施工業者には作業進捗、品質、安全、支払いに関わる事務行為、及び技術的に工事に関する改善策、提案等の業務を行う。また、必要に応じ在ネパール日本大使館に対し報告・調整・協議を行う。施工監理の完了から1年後、瑕疵検査を行う。

2) コンサルタントの施工監理実施体制

常駐施工監理技師は現地駐在を基本とし、施工監理とともに業務調整作業等を行う。なお、施工現場事務所がクルコット側とネパルトック側に分かれるため常駐監理技師は2名必要であり、うち1名は工事全体の品質の均一性を保持するため総括する役目も担当する。必要と考えられる技術者の役割を以下に示す。

- 常駐施工監理技術者（総括）（ネパルトック側）

業務を円滑に遂行させるべく、コンサルタント契約、入札補助全般、施工監理における調整・技術的問題の総括管理業務を担当する。工事期間を通じて現地に駐在し、「ネ」国における工事の業務調整、技術的問題点の対応とともに、施工監理業務として材料・品質・安全・日常管理、出来形・出来高管理及び工程管理、支払いに係わる事務行為等を実施する。また、相手国・日本側関係機関との調整・協議を行う。

- 常駐施工監理技術者（クルコット側）

工事期間を通じて現地に駐在し、「ネ」国における工事の業務調整、技術的問題点の対応とともに、施工監理業務として材料・品質・安全・日常管理、出来形・出来高管理及び工程管理、支払いに係わる事務行為等を実施する。また、相手国との調整・協議を行う。

- コーズウェイ工監理技術者

規模の大きいコーズウェイ工事に対し現場で発生しうる品質、施工、技術的な判断を要する事項、相違事項につき対処する。派遣時期は、各期当初の乾期である。特に、施工図の確認は施工後の変更が困難であることから、日本人技術者の適切な時期における判断・指示を要する。

- 道路防災工監理技術者

各乾期当初に派遣し、予想される斜面災害箇所の特定期間、設計時以降の変状箇所の判断、材料搬入路として使用される第二工区・第四工区を含めた斜面災害への対応を行う。

- 施工図確認・両現場調整

両現場での施工図確認及びネパルトック側常駐監理技術者不在時対応及びクルコット側との品質管理や基面土質判断等の統一が不可欠な現場調整役として、技術者を配置する。また、ネパルトック側は同時に離れた箇所を施工するため、常駐監理技術者の補佐の役目のためにも必要である。この配置により、ネパルトック側の常駐監理技術者が、現場とカトマンズとの往来が頻繁になった際の不在時にも、現場対応ができることになる。

(5) **品質管理計画**

品質管理については「ネ」国の基準の他に、日本の管理基準、試験方法に準拠して実施する。品質管理項目、試験方法及び頻度を表 3-40 に示す。

表 3-40 品質管理項目表

材料の名称		試験項目	試験頻度	
コンクリート	材料	セメント	品質証明書、化学・物理試験結果	材料毎、1回/半年
		水	成分試験結果	材料毎
		混和材	品質証明書、成分分析表	材料毎
		細骨材	絶乾比重、吸水率、粗粒率、粒度分布、粘土塊と軟質微片率	材料毎
		粗骨材	絶乾比重、吸水率、粒度分布、すり減り損失、軟岩片と板状岩片 硫化ナトリウム診断（損失質量）	材料毎
	配合試験時	圧縮強度試験（円筒供試体）	配合毎	
	打設時	スランプ、温度、空気量	1回/日	
	強度	圧縮強度試験（7日、28日）	1回/日、50m ³ 以上	
鉄筋	材料	品質証明書、引張試験	1回/半年	
上層路盤	材料	液性限界、塑性限界、粒度分布（配合）、最大乾燥密度（締固め試験）	配合毎	
	敷設時	密度試験（締固め率）	1回/50m	
DBST	材料	粒度分布（配合）、薄片含有率、すり減り損失質量、柔らかい石片	材料毎	
	敷設時	碎石の散布量	適宜	
ガビオン線	材料	メッキ量、引張強度、剥離	適宜	
アスファルト	材料	瀝青材	品質証明書、物理試験	材料毎
		骨材	セメントの粗骨材と同様	材料毎
	配合試験	安定度、フロー値、空隙率、骨材空隙率、引張強度、設計アスファルト量	配合毎	
	舗設	混合時の設定温度	適宜	
敷均し時の温度		毎回運搬時		
	サンプリング、マーシャルテスト	3個/箇所		
プライムコート	瀝青材	品質証明書	材料毎	
		散布量	500m ² 毎	

出典：調査団

(6) 資機材等調達計画

「ネ」国内における、建設材料のうち天然資材（砂、石材、盛土材、材木等）、セメント及び鉄筋については輸出品を含めて市場にあり、現地で調達する計画とした。ジオテキスタイル補強土壁用の資材・製品は「ネ」国で一般に流通していないことから、品質の保持のためにも日本からの調達とした。期間限定のアスファルトプラントを除く主要な建設機械については、使用台数が多いこと、長期間連続稼働となることの入手の難易度及び修理・保守サービスの難易度等を踏まえ、「ネ」国やインドからのリースはほとんど困難である。また、第三国からの調達とした場合も、台数や性能に問題があるので、日本からの調達とした。表 3-41 に主要建設資機材の調達先を示す。

表 3-41 主要建設資機材の調達先

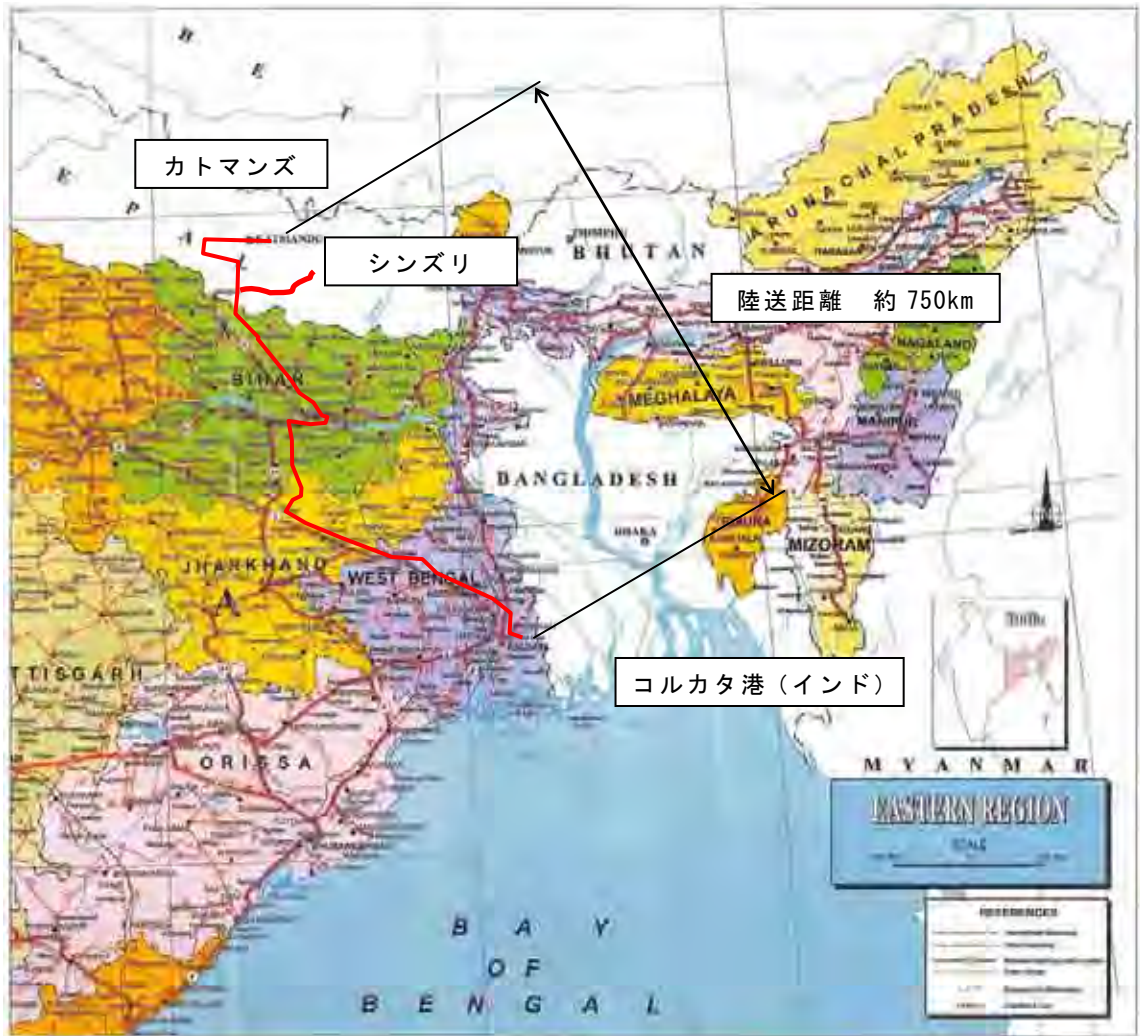
項 目	原産地			第三国名
	現地	日本	第三国	
資材				
セメント	○			
骨材（砂、粗骨材）	○			
コンクリート混和材	○			
鉄筋	○			
ガビオン用亜鉛メッキ鉄線	○			
歴青材料	○			
ジオテキスタイル補強土用資材		○		
一般木材	○			
燃料（軽油、ガソリン）	○			
鋼材（鋼矢板、H鋼）	○			
機材				
ブルドーザ	21t		○	
バックホウ	0.6m ³		○	
ダンプトラック	10t		○	
振動ローラー	1.0t		○	
ロードローラー	10t		○	
グレーダ	3.1m		○	
コンクリートパッチングプラント	30m ³ /h		○	
アスファルトプラント		○		
トレーラー	20t		○	
トラッククレーン	25t		○	

出典：調査団

(7) 輸送計画

施設建設に使用される資機材のうち日本から調達されるものは、インドのコルカタ港で陸揚げされサイトまで陸上輸送される。コルカタ港から「ネ」国の

パトレイア（ヘタウダの南方）、ナラヤンガート及びムグリン経由でカトマンズまで約750kmである。舗装路面状況は良好であり、輸送日数は約3日である。資機材の輸送経路を図3-19に示す。



出典：インド全図（インド政府観光局）を加筆

図 3-19 資機材の輸送経路図

(8) 実施工程

プロジェクト・サイトの雨季は、5月下旬から10月上旬であることから、品質管理上の舗装工事と安全管理上のコーズウェイ工事及び護岸工事は避ける計画とした。また、施工着手は第二工区側と第四工区の両側から同時着手して工期短縮をすると同時に、全体工事費が最も安価になるように計画した。このようなことから、本計画の工事期間は、作業効率が落ちる雨季を考慮すると着工から完成まで通期で53ヶ月と見込まれた。現時点の実施スケジュールでは、本協力対象事業を我が国無償資金協力の枠組みで実施する事を想定すると、会計上の実施形態は3年国債二期分けで実施可能とある。

3.3 相手国側分担事業の概要

3.3.1 我が国無償資金協力における一般事項

- 事業計画の実施に必要なデータ及び情報を提供すること
- 事業計画の実施に必要な用地（道路用地、土捨場・土取場用地、作業用地、資機材保管用地）を確保すること
- 工事着手前の各工事サイトを整地（家屋移転、森林伐採、支障物件移設）すること
- 各工事現場内立入り規制および治安確保に係る諸施策を実施すること
- 日本国内の銀行に「ネ」国名義の口座を開設し、支払い授權書を発行すること
- 「ネ」国への荷役積み下ろし地点での速やかな積み下ろし作業、免税処置及び関税免除を確実に実施すること
- 認証された契約に対する生産物あるいはサービスの提供に関し、「ネ」国内で課せられる関税、国内税あるいはその他の税金の免除を本計画に関与する日本法人又は日本人に行うこと
- 認証された契約に基づいて、供与される役務を遂行するために入国及び滞在する、日本国籍を有する国民に「ネ」国への入国及び作業に際しての許可、その他の権限を付与すること
- 必要ならば、プロジェクト実施に際しての許可、その他の権限を付与すること
- プロジェクトによって建設される施設を正しくかつ効果的に維持・管理・保全するための要員・予算を確保こと
- プロジェクトの作業範囲内で我が国の無償援助によって負担される費用以外のすべての費用を負担すること

以上の負担事項の実施については、過去の第一・第四・第二工区と同様の事項であり、それらの実績から十分対応ができるものと判断される。

3.3.2 本計画固有の事項

- 1) 工事着手前
 - ROW内の土地・家屋への補償金の支払いの完了
 - ROW内の立木伐採に係わる手続きと伐採・搬出・管理の完了
 - ROW内の支障物件（家屋・電線・水道）移設の完了
- 2) 工事中
 - 建設用の川砂利無料採取の保証
 - 日常維持管理業務に支障のない範囲で、建設業者へのシンズリ道路建設に係わる無償資金協力で調達した維持管理機材の無償貸与
 - 既存道路（RTO）および人道の切り回しに係る手続きと用地の確保
 - RTOの通行制限に係わる情報伝達
 - 既存水道の切り回しに係る手続きと移設

- 第一、二及び第四工区区間の通行の確保
- DOR による環境影響軽減策の実施とモニタリング
- 部分完了引渡し区間の維持管理（ただし、工事用道路として使用する路面の維持管理は除く）
- 地区住民や既存道路利用者と建設業者とのトラブルの調整

3) 工事完成後

- パーキングエリアの周辺整備
- 集落区間の歩道の整備
- 道路沿線への伐採補償のための植栽
- 環境影響モニタリングと環境監査
- バス利用者・運転手・警官に対する交通安全の広報と教育訓練の実施
- 地元住民による空地等有効利用への助言と支援
- 周辺地域振興への助言
- 水資源省治水砂防局（DWIDP）との共同管理
- シンズリ道路全線の維持管理ネットワークの構築と運用

以上の本計画固有の事項の実施についても、過去の実績から十分対応ができるものと判断される。

3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3.4.1 工事中に必要な維持管理

我が国無償資金協力で実施される工事は、第二工区側のクルコットと第四工区側のネパルトックから同時に進め、順次中央部までを 53 ヶ月かけて完成する予定である。この区間に既存道路があり現在の通行量は少ないが一般車両が通行している。従って、工事期間中、順次完了する道路区間毎に施工業者から暫定的に DOR に移管した場合、車両限定付きの条件で一般車両を開放すると共に、残工事区間への資機材の常時運搬が可能なように、良好な維持管理を行う必要がある。なお、実施体制は図 2-3 に示すとおりであり、これらの維持管理は過去の実績から人的にも資金的にも十分な能力があるものと判断される。

3.4.2 工事完了後に毎年必要な維持管理

毎年必要な維持管理は、DOR 雇用者の日常作業における道路施設の清掃や簡易なおり面の管理及び小規模な修繕に限られる。主に水路類の堆砂除去や路面の亀裂・ポットホール補修及び路肩・法面の補修と除草等であり、現在完成している工区では日常的に行われている。DOR のシンズリ道路事務所の技術者は、定期的に現場を巡回し、これらの日常作業における道路施設の不具合の情報を得て、定期的な修繕工事に役立てている。

なお、年 1 回の定期的な修繕工事には、側溝・横断管渠・DBST 舗装の破損個所の復旧工事、毎年発生する中規模な災害における法面・擁壁等の復旧工事

が主である。これらは入札形式の発注で請負業者により行われる。表 3-43 に
日常管理と定期管理の作業内容を示す。

表 3-43 日常管理と定期管理の作業内容

管理の種類	管理の対象物	作業内容
日常	側溝	堆砂除去、簡易な修繕
	カルバート	堆砂除去、簡易な修繕
	のり面	除草、小規模な崩土の除去
	路面	清掃、亀裂・ポットホールの簡易な補修
	標識	汚れの除去
	路肩	整形、簡易な補修
	橋梁	排水柵・継手部の清掃、
定期 (年 1 回)	側溝	破損箇所の修繕
	カルバート	破損箇所の修繕
	路面	亀裂・ポットホールの修繕
	擁壁	破損箇所の修繕
	のり面	損傷箇所の修繕

出典：DOR プロジェクト事務所資料

3.4.3 工事完了後に数年単位で行う維持管理

通常の道路施設における数年単位で行う維持管理には、砂利道路盤の整形、舗装のシーリングやオーバーレイ、鋼橋の塗装、道路標識・表示類等の交換や塗装がある。本対象案件では、主に DBST のオーバーレイと付帯施設の塗装および排水施設構造物の補修である。これらの作業は 3～5 年に 1 回程度が望ましいと考える。なお、ガビオン擁壁の網目の補修も重要である。これらは入札形式の発注で請負業者により行われる。表 3-44 に数年単位で行われる作業内容を示す。

表 3-44 数年単位の周期的な維持管理の作業内容

管理の種類	管理の対象物	作業内容
定期 (5 年程度 に 1 回)	路面	・ DBST 舗装のシーリング・オーバーレイ ・ 砂利道路盤の全面整形
	鋼橋	再塗装
	標識	再塗装、再設置
	その他構造物	中～大規模な修繕、ガビオン網の補修

出典：DOR プロジェクト事務所資料

3.4.4 工事完了後に緊急処置で行う維持管理及び予防対策

シンズリ道路は、降雨により予期せぬ洪水・土石流現象や崩壊・地すべり現象により、時々災害が発生する。しかも、災害が発生すると過去の災害現象から判断すると大規模な事態となることが多く、DOR 側だけでは対処できない場合も想定される。しかしながら、災害に対する第四工区と第二工区での経験と実績を考えれば、緊急処置で行う通常の構造物等の復旧工事は、予算確保ができれば DOR で十分に対処が可能と判断される。また、緊急作業における崩壊土砂の除去や破損の応急処置、迂回路建設や交通整理および緊急対策工は、

DOR の関係者により行われる。なお、落石・崩落・崩壊、洗掘、土石流等への予防対策については、必要に応じてその都度対応を図るものとする。

3.4.5 「ネ」国の水資源省治水砂防局 (DWIDP) との協力体制

シンズリ道路の維持管理を担当する DOR の現在の管理事務所は、図 2-3 に示したとおりであるが、第三工区の建設後はクルコットとネバルトック付近にも管理事務所を新設する必要がある。また、道路を守るため、道路用地外に存在し影響が大きい地すべりや崩壊、又はスンコシ川支流からの土石流に対応する施策として、第一工区の実績を踏まえ、「ネ」国の水資源省治水砂防局 (DWIDP) との協力体制を組織 (協議会等) することも必要である。基本的な構想を図 3-20 に示す。

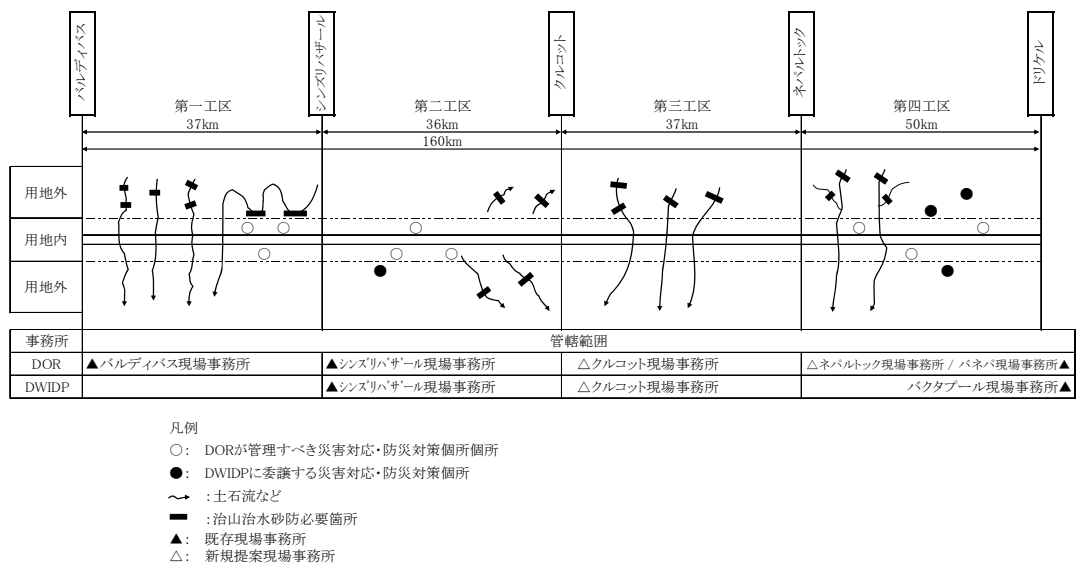


図 3-20 道路維持管理における DOR と DWIDP との協力体制の構想図

3.4.6 運営・維持管理上の留意事項

シンズリ道路は、過疎地で自然が豊かな地域である反面、延長が長く広大な範囲で複雑な地形・地質が分布している。また、毎年雨期には想定外の豪雨により、切土・盛土のり面及び自然斜面の地すべりや崩壊が発生しやすい環境にある。一方、国民の日常生活や経済社会を支える主要幹線道路でもあることから、自動車交通への依存度が高い「ネ」国では、自然災害を防止し道路交通の安全確保を図ることが社会のニーズである。このため、災害発生 of 未然防止について、下記の留意事項を念頭において実施することが必要である。

- 毎年、点検計画書を作成し重点箇所や優先順位および時期・頻度等を把握する
- 計画的・効果的な定期点検・監視パトロールを実施する
- 防災カルテ点検マップ図を作成し、点検・補修履歴を記載する

- 点検内容および進行状況を正確に記録する
- 点検結果により、補修・修繕が必要な場合は計画的な予算措置を行う
- 危険度が大きい場合は、上位の職員へ報告するとともに専門技術者等を交えて点検を実施する
- 危険により車両等を停止する場合は、監視員を配置し必要な標識や情報提供を行う
- 緊急性が高い防災対策工事が必要な場合は、関係省庁の関係者と迅速に対応を協議する。また、状況に応じて、技術的に高度な判断が必要な場合は、援助国側に専門技術者派遣の要請を行い、支援を得る

3.5 プロジェクトの概算事業費

3.5.1 協力対象事業の概算事業費

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は、10,104百万円となり、先に述べた日本と「ネ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記(3)に示す積算条件によれば、次のとおりと見積られた。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本側負担経費

概算総事業費

約 9,942 百万円

シンズリ道路建設計画（第三工区）延長 36.8km

費 目			概算事業費（百万円）	
施設	道路工	盛土工 切取工 舗装工 道路側溝 のり面工 擁壁	8,352	9,438
	コーズウェイ工	連続ボックスカルバート	407	
	道路付帯施設	標識設置 安全施設 距離標設置	679	
実施設計・施工監理			504	

(2) 「ネ」側負担経費

概算総事業費

約 93.3 百万 NRs

負担事項	負担内容	負担金額 (百万 NRs)
(1) 住民対策	工事案内、便益の広報	50
	住民への職業訓練指導	260
	小 計	310
(2) 環境対策・補償	沿道への植林(2,480本)	248
	森林伐採に伴う補償植林(37ha)	1,850
	補償植林の苗木の管理5年間	720
	家屋移転補償(67軒)	10,720
	土地取得(28.35ha)	55,513
	果樹(135本)	1,350
	耕作物	2,303
小 計	72,704	
(3) 環境モニタリング	基礎データ調査	1,200
	工事期間中の調査(EMU)	7,825
	小 計	9,025
(4) 公共施設等の移設	電線、電柱、水飲み場	530
(5) 銀行手数料	AP 関係	6,290
(6) 交通安全訓練	バス利用者、運転手、交通警官	1,200
(7) 地すべり観測	ムルコット地区地すべり計器観測	176
工事前、工事中に係る「ネ」側負担経費の合計		90,235 (156,467 円相当)
(8) 事後モニタリング	工事完成後のモニタリング	1,850
(9) 環境監査	工事完成2年後の監査	1,259
工事完成後の「ネ」側負担経費の合計		3,109 (5,391 円相当)
「ネ」側負担経費の総額		93,344 (161,858 円相当)

(3) 積算条件

- 積算時期 : 平成 20 年 5 月
- ルピー為替交換レート : 1.0 NRs = 1.734 円
- 米ドル為替交換レート : 1.0 US\$ = 107.80 円
- 工事施工期間 : 53 ヶ月
- その他 :

本計画は日本政府の無償資金協力ガイドラインに従い実施される。

(4) 「ネ」国負担経費について

プロジェクト事務所の諸費用は、第一工区での用地取得当時(1997/97年)から発生しており、建設前では確実な予算確保による用地取得と家屋移転補償、建設後では維持管理及び中規模な改良・修繕工事を実施してきている。本案件における DOR の負担経費も過去と同様、道路用地幅内の家屋を含む支障物件の補償・撤去、森林補償、耕作物の補償、工事中の環境モニタリング及び事後

のモニタリング費用等からなり、総額は 93,344 千ネパール・ルピーである。本件対象道路は国家の最優先プロジェクトであり、すでに過去にも実績があることから、2006/07 会計年度の DOR の道路・橋梁年間新規建設予算 3,211,175 千ネパール・ルピーの 2.9%に相当するが、「ネ」国側から路線の重要性を考慮して優先的に予算を配分する意向が示されているので、十分な支出能力があると判断できる。

3.5.2 運営・維持管理費

(1) 運営・維持管理費の概算費

シンズリ道路全線（約 160km）を対象とした 1 年間の運営・維持管理費の概算額の要約を過去の実績から表 3-45 に示す。

表 3-45 主な維持管理項目と費用

分 類	作 業 内 容	概算費用 (千 NRs)
(1) 日常作業	施設の清掃、堆砂除去、除草等	9,600
(2) 年 1 回の定期補修	路面補修、側溝補修等	14,400
(3) 5 年に 1 回の補修 (1 年分に換算)	オーバーレイ、塗装、路盤整形、構造物の補修等	32,000
(4) 緊急処置	崩土の除去、応急対策、迂回路建設等	2,400
(5) 予防対策	落石・崩壊、洗掘、土石流対策等	8,000
合 計		66,400 (115,138 円相当)

(2) 完成した施設の運営・維持管理について

道路施設の日常的な清掃等の維持管理費は 9,600 千ネパール・ルピーが毎年必要である。その他年 1 回の定期的なものや緊急的な維持・補修の費用はその都度発生する。シンズリ道路全線（約 160km）を健全に維持するために必要なこれらの維持管理費用は年間 66,400 千ネパール・ルピーと推定される。この金額は 2006/07 会計年度の DOR の道路・橋梁年間維持管理費 3,713,935 千ネパール・ルピーの 1.8%に相当する。DOR は路線の重要性から優先的に予算を配分する意向を示しているため、十分な支出能力があると判断できる。

3.6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

都市化が進んでいない自然環境に恵まれた地域での工事であることから、環境と交通安全対策には十分注意して工事を進める必要がある。有用な耕地、商店・家屋密集地及び休憩施設等のある地域では、特に、振動・騒音、大気・水質汚染及び交通安全の対策が必須である。これら環境・交通安全対策としての留意事項は施工業者調達時の入札図書に記述される必要がある。

また、現地での骨材等採取において、地元の良好な協力が必須であるため、工事着手前に「ネ」側からの十分な地元説明が再度必要である。

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4.1 プロジェクトの効果

本調査の中で実施した社会・経済・交通調査及び技術調査結果を踏まえて、本路線計画実施による効果は以下のように考えられる。

(1) 直接効果

現状と問題点	本計画の対策	計画の効果・改善の程度
<p>カトマンズ盆地とインド国境のテライ平原を結ぶ道路は、トリバン道路とプリチビ道路の二ルートがある。トリバン道路は幅員が狭くかつ曲がりくねった道路であるため主要道路としては使われていない。一方、プリチビ道路は比較的良い線形の2車線で唯一主要道路となっている。しかしプリチビ道路も豪雨災害を被り交通を障害する危険性が高い。</p> <p>さらに、ネパール東部地域とカトマンズ間の交通にとって、カトマンズの西方に約140km以上大回りするルートで道路網に大きな問題となっている。</p>	<p>テライ平原側の第一工区（37km）と第二工区の一部（26.5km）完成区間及び第二工区の現在工事中の区間（9.8km）と、カトマンズ側の第四工区（50km）完成区間の中間を結ぶ第三工区を建設する。</p> <p>段階施工として1車線（4.75m）道路とし、全線DBSTの舗装とする。</p> <p>渡河構造物として12箇所にコーズウェイを設置する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・交通の走行距離が約140km短縮され、輸送コストの節減と輸送時間が低減される。 ・2日を要したカトマンズと中部テライ地域の往復が一日で可能となる。 ・カトマンズ盆地への物資輸送が遮断されるリスクが低下し、定常的物資補給が改善される。 ・首都機能へのダメージが回避でき、176万人の市民生活が安定する。 ・開発が遅れていた地域での移動時間の短縮及び市場や公共施設へのアクセスが向上する。 ・裨益人口はシンズリ道路沿線の住民117万人、カトマンズ盆地。ネパール東部地域の人口544万人、バス・トラックの利用者1日当たり3万人、年間1千万人と推定される。

(2) 間接効果

- ① 本道路の整備により、農村とマーケットが直結されるので、沿線での換金作物の栽培促進及び地域・市場経済の活性化が期待される。
- ② 内戦の影響を受けて開発が遅れていた地域において、全天候型道路が開通することにより、商業・工業・住宅産業の発展及びそれに伴う投資効果の向上によって、沿線の住民117万人に対する地域開発、貧困削減に寄与する。
- ③ 首都への南北通商ルートが2本となることで、災害による輸送路の寸断リスクが軽減し、雨季の安定した物資供給が図られることで、首都市民の生活が安定し、政治不安へのリスクの軽減にもつながる。

4.2 課題・提言

本事業を開始する前までに、ROW内の土地取得と家屋の移転並びに森林での樹木の撤去が完了することと、電線、電話線、電柱及び水飲み場等の公共施設が「ネ」国側により移設されることが前提である。このため、DORが主管官

庁である MOPPW を通じて「ネ」国側の関係機関と綿密な連絡と迅速な調整をすることが重要である。

また、本プロジェクト沿線の耕作地周辺には灌漑水路が多く存在しているため、本事業では、このような場所に対して ROW 内で適切な灌漑水路施設を設置する計画である。本事業で建設される道路排水施設は DOR 側で維持管理を実施するが、改修された灌漑水路が十分に機能するためには、ROW 外の適切な灌漑先に至る導水路の確保も含め地元水利管理組合が十分に補修・維持管理することが前提である。

さらに、本事業中の円滑な実施のためには、沿道周辺への環境影響の軽減策について適切な対応を計ることが重要であるので、環境モニタリングを確実に遂行し、常にフィードバックする必要がある。

本事業の事業効果は、利用者に対する交通安全の教育訓練に左右される可能性が高い。特にバス・トラック運転手の運転マナーと道路周辺住民の道路横断マナーの教育が強く求められる。過去の第四・第二工区で実施した時と同様、交通安全の教育訓練と広報活動を担うシンズリ郡警察及び DOR による十分なプログラムの立案と実行が求められる。なお、DOR は交通安全指導に関わる JICA からの支援を期待していることから、事業効果を確実にするためにも調査団は JICA からの支援を要望する。

本事業で建設される道路周辺には、休憩施設やビジネスに有効利用できる有用な空地が出現する。沿道の土地利用は将来の開発計画等と深く係ることになるため、DOR が中心となり「ネ」国側での適切なサービス施設の計画と実施を期待する。

本事業によりシンズリ道路が全線開通し、道路管理延長が約 160 km と長くなることから、本事業完成後の施設の維持管理は多岐に亙るとともに相応な費用も必要となる。将来の維持管理を実施する上で DOR による適切な予算措置と確実な維持管理の実行が求められる。

4.3 プロジェクトの妥当性

シンズリ道路建設は、カトマンズ盆地とインド国境の中部・東部テライ地域間を結ぶ第二の南北通商ルートを担当するドリケル～バルデバス間の約 160km の国道 6 号線 (H06) として、「ネ」国の国道と主要道路等を管轄する DOR の上位計画 SRN で優先プロジェクトとして位置付けられ、国家開発計画の達成および国家経済的な見地から「貧困削減プログラムのサポート及びテライ、中部丘陵地域の道路網へのアクセス改善プログラム」に含まれている。また、この建設によって「ネ」国の安定と安全及び経済成長が確かなものとなる。すなわち、国家的に必要性が高いことが認識され、かつ昨今の燃料高騰による輸送費の増大を受け事業実施の緊急性も高いことから、本プロジェクトの実施は妥当性があるものと判断される。

4.4 結論

国家的な必要性和緊急性の高い本プロジェクトの実施は、シンズリ道路建設計画事業の達成を促進し、全線が開通することでカトマンズ盆地と中部・東部テライ地域間の走行距離と移動時間の短縮及び交通安全面が向上することにより、物流の安定、産業振興及び地域経済の活性化と沿道地域住民の生活の向上に大いに貢献できる。

また、工事完成後の維持管理等が「ネ」国側で確実に実施されることで、我が国無償資金協力事業の効果が一層高まることから、日本と「ネ」国の関係者の緊密な連携と協力が不可欠である。