

2.5 環境への影響

現地踏査により得られた所見と道路計画内容から想定される、道路建設の環境影響とその軽減策を以下に記述する。尚、環境項目は「JICA 開発調査環境配慮ガイドライン(Ⅲ 道路編)」に基づいている。

(1) 社会環境

環境項目	現状および影響	軽減策
住民移転	計画路線の大部分は山岳地帯を通過するため、移転の必要な民家は少ない。シンズリ・バザール、チャパリ、スタルチャップ・ダнда、クルコットなどの村落では道路建設の影響を受ける家屋が少数、存在する。	法律に基づいた補償を行う。
経済活動	シンズリ・バザールに多くの建設労働者が流入した場合、消費の増加によるインフレが考えられる。新規に道路が通過する小村落においては伝統的な自給自足的構造と農村経済に対し影響を与える可能性がある。また、用地取得にともない農地が減る農民が発生する。	こうした影響は、新規道路計画においてはある程度、避けられない。事前のインフレ制御対策や道路開発に即した農村経済開発計画を講じる必要がある。また、用地取得については農地を所有する住民と十分な対話をはかり法律に基づいた補償を行う。
交通・生活施設	計画路線上には学校、病院などの公共施設はない。人力により消費財を運搬している地元の輸送システムに対し影響を与える。シンズリ・ガリ付近で計画路線沿いに送電線が建設中である。	人力輸送業に対する影響は、新規道路計画においてはある程度、避けられない。必要ならば新たな雇用機会を創出する。送電線は事業実施前に移設されるべきである。
地域分断	計画道路はクルコットをはじめとして、いくつかの小村落内を通過するが、新設道路が地域分断を引き起こす可能性はないと想定される。	—
遺跡・文化財	計画路線はシンズリ・ガリで歴史的に価値のある城跡の脇を通過する。また、村落には住民が神聖なものとして扱っている菩提樹の大木が点在している。路線はこうした文化財を避けて設計されるので、影響はないと想定される。	—
水利権・入会権	グワング川、アンデリ川沿いにおいて道路建設により既存の水路が影響を受ける。	水路の機能を確保するため、代替構造物を道路設計の中に組み込む。
保健・衛生	保健・衛生に関わる影響としては、建設工事中に設置される労働者用キャンプに起因する衛生状態の悪化が考えられる。	衛生対策を工事仕様書に盛り込み、遵守を義務づける。
廃棄物	山岳道路であるので、掘削地から大量の土砂が発生する可能性がある。	切土量と盛土量のバランスについて十分検討し、事前に適切な残土処理計画を作成する必要がある。
災害	計画路線は急峻な地形上に計画されているので、施工中および施工後に地滑りや土壌浸食、鉄砲水などの災害が発生する可能性がある。また、多量の火薬の使用により斜面の不安定化を招く恐れもある。	最小規模の道路整備計画を採用し、適切なり面工法の検討、少ない火薬の使用、切盛バランス等を設計・施工に組み込む必要がある。

(2) 自然環境

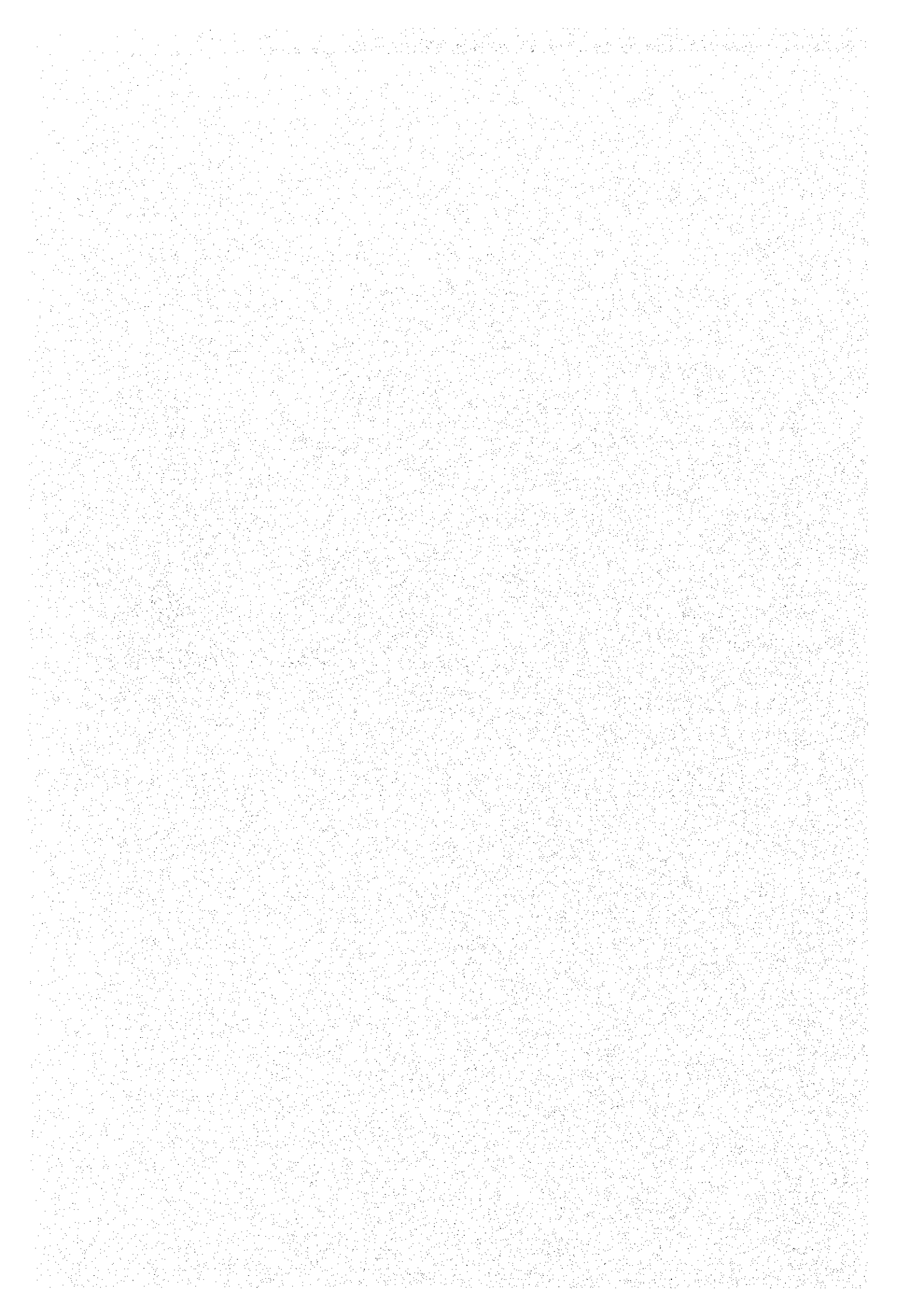
環境項目	現状および影響	軽減策
地形・地質	計画路線沿いには学術的に価値を持つ地形・地質地域は存在しないが、急峻な山岳地帯を通過するため、地形の改変が生ずる。	地形の改変を最小限にするため、最小規模の道路整備計画を採用し、切土量と盛土量のバランスについて十分検討する必要がある。
土壌浸食	地表植生の除去により、土壌浸食が発生しやすくなる。	大規模な掘削工事は雨期を避け、事前に適切な残土処理計画を作成する必要がある。
地下水	道路掘削や横断水路が帯水層まで達した場合は地下水位の低下も考えられるが、深刻な地下水位低下の可能性はないと想定される。	—
湖沼・河川流況	クルコットのアンデリ川で計画されているコーズウェイは、洪水時において上流部の河川水位を上昇させる恐れがある。また、河川敷や河川沿いには農地が散在するため、こうした農地が浸水する可能性がある。道路排水の既存水路や自然の雨裂への流入は自然排水の過剰負荷や深刻な土壌浸食の発生、新たな雨裂、斜面の不安定か、水路の堆積を引き起こす可能性がある。結果として農地の破壊や飲料水源への濁水の混入が起こることも考えられる。	排水状況を十分に考慮して設計を実施し、影響を受ける可能性のある農地の所有者には事前に十分な説明を行っておく必要がある。流水のエネルギーを分散させるために、落差工、小規模砂防ダム、溜樹、ガビオン床固め工等の対策が取られるべきである。
海岸・海域	海岸から遠く離れており、海岸・海域への影響は考えられない。	—
動植物	計画道路が通過するサラソウジュ林、チラウネ林内には各種のラン類が自生している。野生のラン類はワシントン条約の第2分類に記載されており、その取引が規制されている。計画道路周辺で、このラン類以外の希少あるいは保護動植物の存在は確認されていない。よって、生物多様性の面からは深刻な影響はないと想定される。しかしながら、道路建設は数多くの樹木の伐採を必要とする。	樹木の伐採数を最小限にするため、最小規模の道路整備計画を採用し、伐採作業は建設敷地内に限定して実施されなければならない。また、適切な法面緑化工法を採用すべきである。
気象	道路建設にともなう気象への影響は考えられない。	—
景観	計画路線沿いに景勝地は存在しないが、急峻な山岳地帯を通過するため、広範囲にわたって道路法面が発生し、景観をそこねることが考えられる。	適切な法面緑化工法を採用し、景観の回復を図る必要がある。

(3) 公害

環境項目	現状および影響	軽減策
大気汚染	計画対象地域には大気汚染源は存在しておらず、道路完成後の交通量も大量でないことから、排気ガスによる深刻な大気汚染問題は発生しないと想定される。しかしながら、工事期間中では工事車両の通行や掘削工事により大量の土埃が発生し、また、完成後も砂利道では通行車両が土埃をまき散らす。	施工中は土埃の発生を抑えるため、散水を実施し、建設労働者に対してもマスクの支給などが検討されるべきである。シンスリ・バザールでは居住区や市場、中学校に近くを通過することから、工事初期の段階で道路舗装を実施する必要がある。
水質汚濁	工事期間中、掘削工事や残土処理の工程で濁水が発生する。また、完成後も法面や道路の浸食により濁水が発生する可能性がある。	施工中の濁水の発生はある程度避けられない。工事現場周辺で湧水などの水源が存在する場合は、濁水が混入しないように適切な排水処理法を検討する。また、適切な法面工法を採用する。
土壌汚染	工事期間中、土壌汚染を引き起こすような物質の使用はないが、計画路線が水田部を通過する箇所では、掘削土が肥沃土壌へ混入する可能性がある。	不要な土壌は定められた土捨て場まで運搬することを徹底する。
騒音・振動	工事期間中、建設用重機の稼働により、騒音・振動が発生する。しかしながら、比較的長期間、重機が稼働する山岳地帯は村落から離れており、深刻な騒音・振動問題は発生しないと想定される。道路完成後も交通量が大量でないことから、車両通行にともなう深刻な騒音・振動問題は発生しないと想定される。	施工中の騒音・振動の発生はある程度避けられない。住宅地周辺では低騒音、低振動の重機や工法を採用し、夜間の工事は避けるべきである。路線全体を通して村落付近では舗装道路が望ましい。
地盤沈下	道路建設にともなう地盤沈下は発生しないと想定される。	—
悪臭	道路建設にともなう深刻な悪臭問題は発生しないと想定される。	—

第3章

プロジェクトの内容



第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの目的

ネパールの交通運輸体系は、そのほとんどを道路に依存している。ネパールの道路整備は1950年代より始まり1998年までに総延長13,223kmの道路網が構築されたが、そのサービス水準は低いとともに、道路網整備はいまだに進展途上にある。このため、国家開発計画の達成、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道路網の進展はネパールの重要課題の一つとなっている。

ネパールの道路網の大きな問題点の一つとして、1993年7月の豪雨による土砂災害によりカトマンズが20日間孤立した事例が示すように、カトマンズと南部テライ地域、およびインドとを結ぶ主要通商ルートであるブリチビ道路が、雨期の土砂災害により交通を障害する危険が高いこと、および、主要農業生産地である東部テライ地域からは極めて大きな回り道であることが上げられる。

ネパール政府は、このような状況を改善し、カトマンズへの生活物資の安定供給の確保と、カトマンズとテライ地域の結びつきを強めてその開発を促進するために、シンズリ道路の建設を計画した。シンズリ道路建設事業の目的は以下のとおりである。

- カトマンズとテライ平野、インド国境とを結ぶ第二の幹線道路としてカトマンズ首都圏、および、ネパール国の安全と経済成長を確かなものとする。
- カトマンズと東部テライ地域の交通、特に農産物輸送、長距離バスの走行距離・時間を短縮する。
- 中央開発地域の山岳地域に位置するシンズリ、ラメチャップ、カブレパランコック県の社会・経済活動を刺激・活性化するとともに、沿線地域住民の生活を向上する。

以上の計画の背景から、シンズリ道路建設計画(第2工区)は、これまで実施された、および実施中の第1工区と第4工区建設事業に引き続き、シンズリ道路のシンズリ・バザールからクルコット間(約40km)を建設することにより、シンズリ道路建設事業の達成を促進するとともに、沿線のシンズリ、ラメチャップ県の社会・経済活動を刺激・活性化し、地域住民の生活を向上することを目的とするものである。

3.2 プロジェクトの基本構想

3.2.1 第2工区道路整備計画方針

(1) 道路計画方針

シンズリ道路第2工区は、脆弱な地質と急峻な地形、さらに豪雨地帯であるなど、自然災害を被るリスクの高い、厳しい自然環境の中に建設される山岳道路である。このような環境のなかに、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、およ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。

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ことが求められるとともに、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、資金的、および、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道路計画を行う。

具体的には、段階建設方式の導入、簡易な渡河施設であるコーズウェイの採用等による事業費の縮減、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 (Environment Friendly Sindhuli Road Construction Project)」を道路整備計画方針として掲げ、設計速度 20km/hr を採用することにより、長大切土・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計る。

(2) 段階建設方針の導入

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、1995年のシンズリ道路第4工区基本設計調査における想定値を下回る結果となった。このため、第4工区基本設計調査時に策定した道路整備計画方針の柱である段階建設、「当初1車線道路を建設後、交通量の伸びに応じて、水路の蓋掛けによる暫定2車線化から、さらに完全2車線化へと段階的に移行する。」、導入の前提条件は変わっていない。したがって、第2工区においても、段階建設方針を導入し、段階建設の第1段階と位置づけられる道路幅 4.75m の1車線道路の建設を本計画の対象とする。

3.2.2 プロジェクトの基本構想

以上の検討の結果、シンズリ道路建設計画(第2工区)の基本構想は、道路整備計画方針に基づき、第1工区、第4工区の建設に引き続き、シンズリ道路建設事業の促進と、沿線地域の活性化と住民の生活の向上を図ることを目的として、シンズリバザール〜クルコット間(延長約40km)に、設計速度 20km/hr、段階建設の第1次施工と位置づけられる 4.75m の道路幅を有する1車線道路を建設するものである。

3.3 路線計画

3.3.1 路線計画方針と手法

(1) 路線計画方針

基本構想に基づいて、シズリ道路建設計画アフターケア調査で計画された路線を、1993年7月の豪雨被災状況調査結果、および今回の現地調査で得られた社会条件、土地利用・植生、地形・地質に関わる新たな情報をもとに、次の計画方針に基づいて修正することによって、基本設計の対象となる路線を確定した。

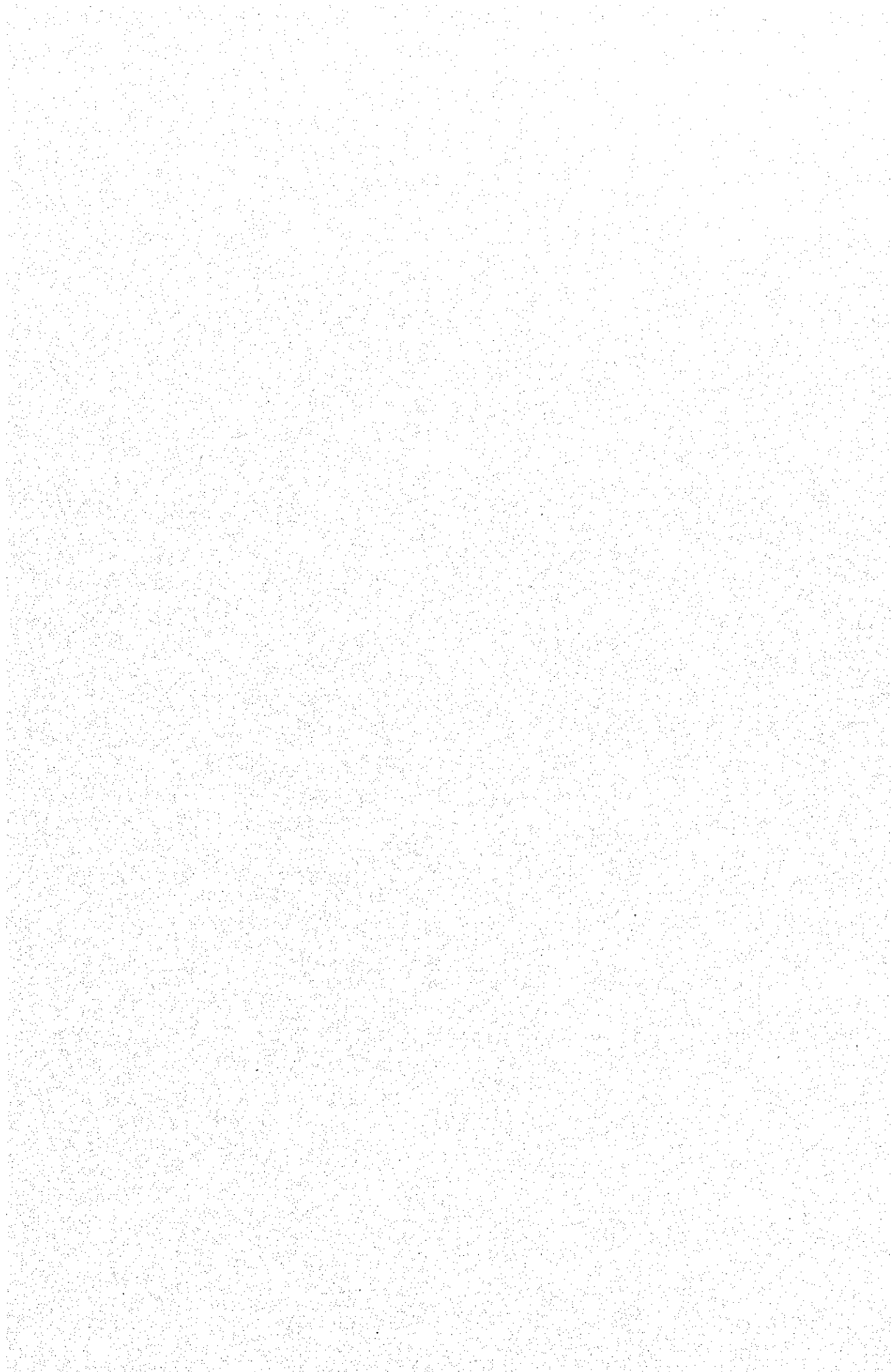
- 斜面災害等の被災リスクの高い地域を避ける。
- 史跡、宗教的な施設の破壊の回避、移転住居数の削減、および、森林伐採面積の縮減を計るなど、環境保全に配慮する。

(2) 路線計画手法

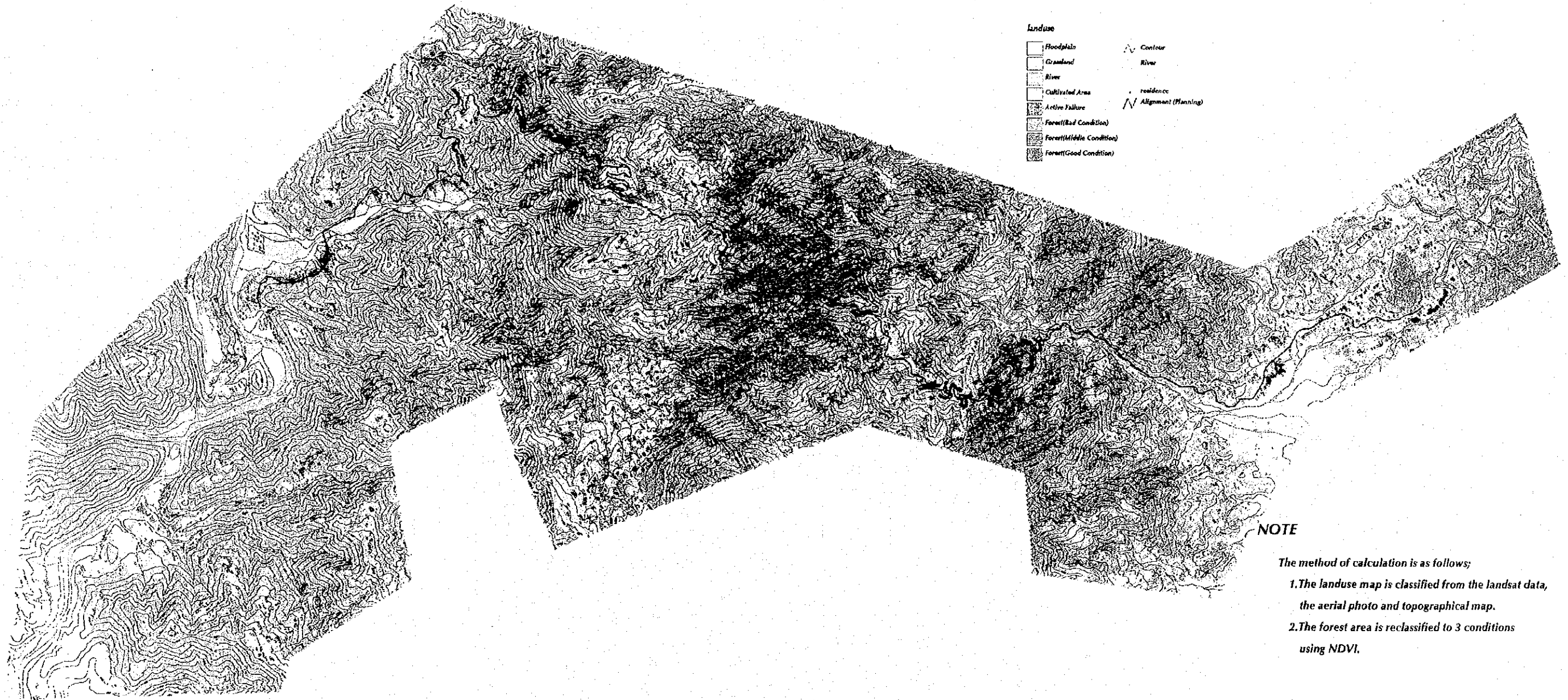
二つ路線選定方針を具体化するため、地理情報システムの手法を用いた次の手順により路線計画を行った。

- a) 空中写真判読、衛星リモートセンシング、地理情報システム技術により、縮尺 1/10000 地形図をベースにした土地利用図、ハザードマップ、斜面傾斜図、土砂生産ポテンシャル図を作成。
- b) a)の地理情報から、尾根の鞍部、森林地域、急傾斜地域、被災リスクの高い地域等、路線計画上コントロールとなる地点、地域を抽出し、これらの情報の総合的な評価・判断に基づいて路線通すべき範囲を特定。
- c) 1/2000 地形図よりデジタル地図を作成し、コンピュータ上のトライアル作業により、路線計画範囲のなかで実現可能な路線(暫定路線)を計画。
- d) 暫定路線沿いの現地踏査で地理情報の確認・修正をするとともに、実測デジタル地図を作成。
- e) 実測デジタル地図を用いて最終的な道路線形を確定。

図 3.3.1 に空中写真判読、衛星リモートセンシング、地理情報システム技術を利用して路線選定に至る流れを示す。作成した土地利用図、ハザードマップ、斜面傾斜図、土砂生産ポテンシャル図を図 3.3.2 から図 3.3.5 に示す。



**BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR CONSTRUCTION OF SINDHULI ROAD
(SECTION II : SINDHULI BAZAR - KHURKOT)
LANDUSE MAP**



Landuse	
	Floodplain
	Grassland
	River
	Cultivated Area
	Active Pasture
	Forest (Bad Condition)
	Forest (Middle Condition)
	Forest (Good Condition)
	Contour
	River
	residence
	Alignment (Planning)

NOTE

- The method of calculation is as follows;
1. The landuse map is classified from the landsat data, the aerial photo and topographical map.
 2. The forest area is reclassified to 3 conditions using NDVI.

**JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
NIPPON KOEI CO.,LTD.**

SCALE
0 500 1000 m

图 3.3.2 土地利用图

**BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR CONSTRUCTION OF SINDHULI ROAD
(SECTION II : SINDHULI BAZAR - KHURKOT)**



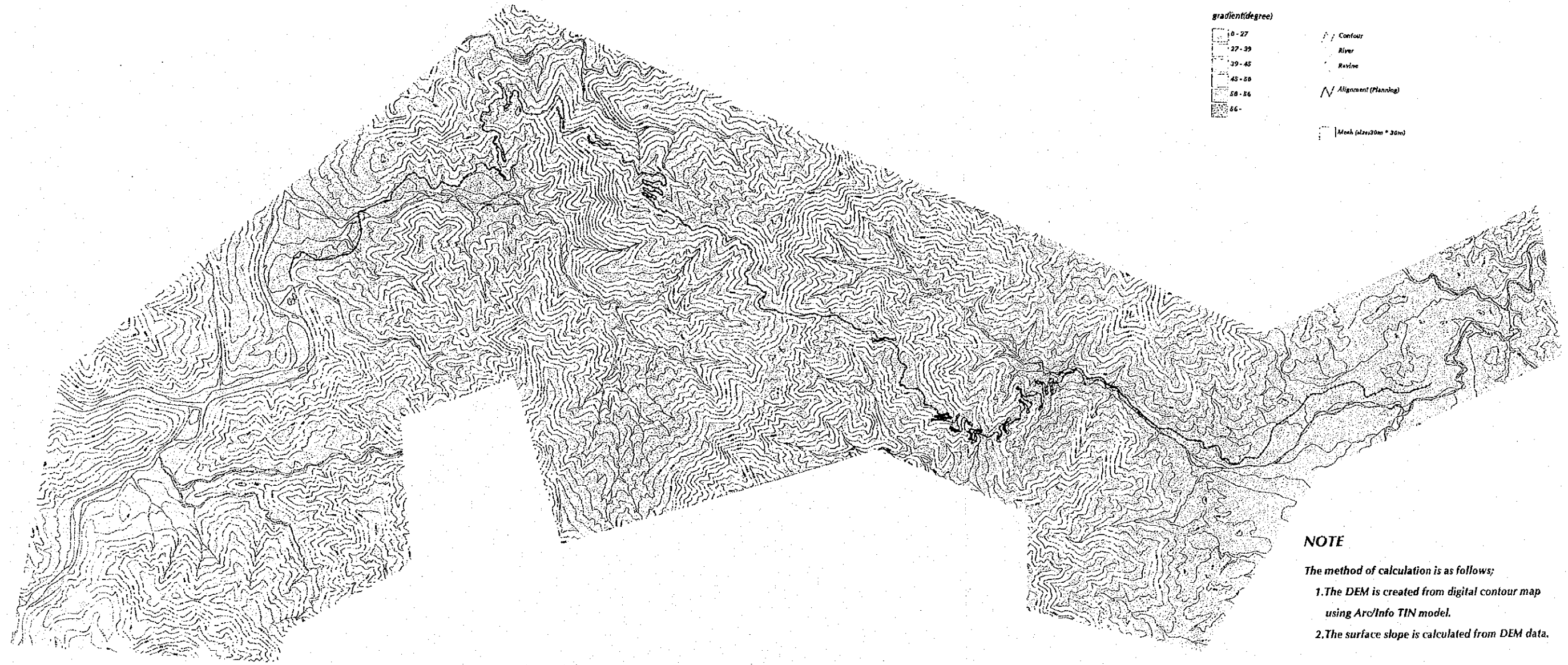
- | | |
|----------------------|------------------------------------|
| Terra Sediment | City |
| Abundant Cave | N65 E (steep slope to steep road) |
| Flooded Plain | N65 E (steep slope to gentle road) |
| Low Terrace 1 | Photo Lineament |
| Low Terrace 2 | Landslide |
| River Sediment | Landslide (active) |
| River (stone) | Fallows |
| River (sand, gravel) | Past Fallows |
| Alignment (Planning) | Erosion Area on the Top of Valley |
| | Active unstable sediment |
| | Disposal Debris Store |
| | Rock Crib |

SCALE
0 500 1000 m

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
NIPPON KOEI CO.,LTD.

図 3.3.3 ハザードマップ図

**BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR CONSTRUCTION OF SINDHULI ROAD
(SECTION II : SINDHULI BAZAR - KHURKOT)
GRADIENT MAP**



gradient(degree)

10 - 27
27 - 39
39 - 45
45 - 58
58 - 66
66 -

Contour
 River
 Ravine
 Alignment (Planning)
 Mesh (Max: 30m * 30m)

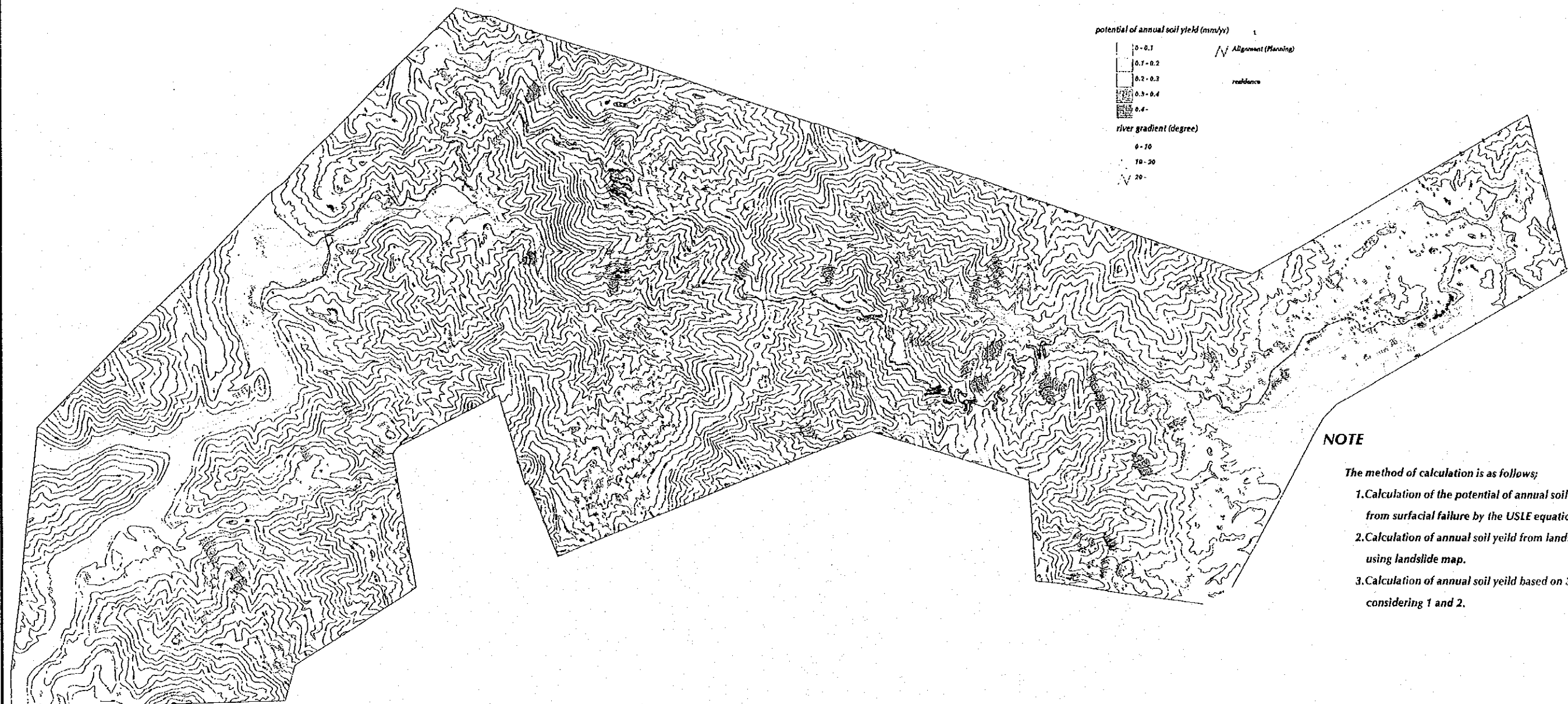
NOTE
 The method of calculation is as follows;
 1. The DEM is created from digital contour map using Arc/Info TIN model.
 2. The surface slope is calculated from DEM data.

SCALE
 0 500 1000 m

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 NIPPON KOEI CO.,LTD.

図 3.3.4 斜面傾斜図

**BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR CONSTRUCTION OF SINDHULI ROAD
(SECTION II : SINDHULI BAZAR - KHURKOT)
POTENTIAL OF ANNUAL SOIL YIELD MAP**



potential of annual soil yield (mm/yr)

- 0-0.1
- 0.1-0.2
- 0.2-0.3
- 0.3-0.4
- 0.4-0.5

Alignment (Planning)

residence

river gradient (degree)

- 6-10
- 10-20
- 20-

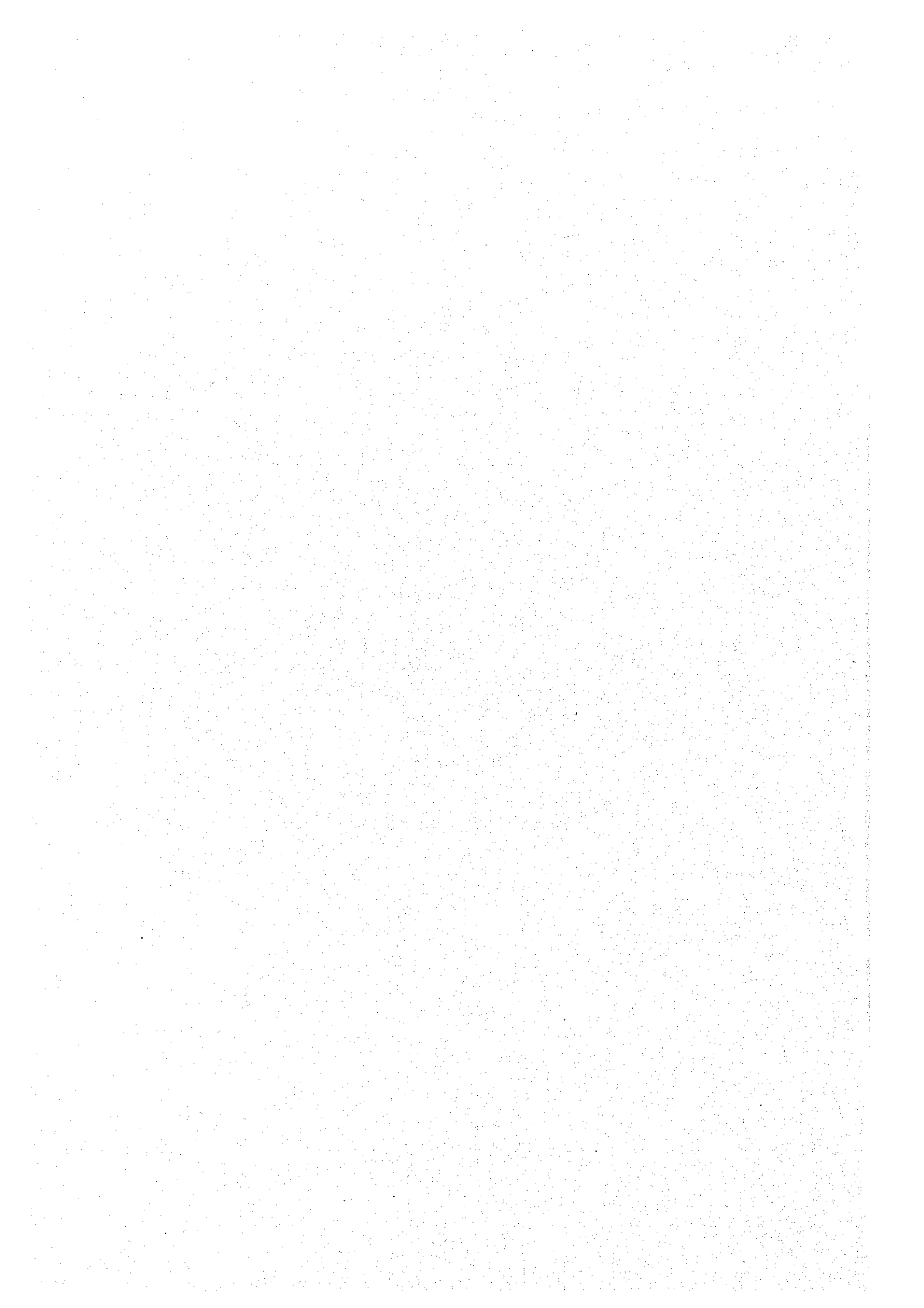
NOTE

- The method of calculation is as follows;
1. Calculation of the potential of annual soil yield from surficial failure by the USLE equation.
 2. Calculation of annual soil yield from landslide using landslide map.
 3. Calculation of annual soil yield based on 30m mesh considering 1 and 2.

SCALE
0 500 1000 m

**JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
NIPPON KOEI CO.,LTD.**

図 3.3.5 土砂生産ポテンシャル図



3.3.2 社会条件、および、土地利用と植生と路線計画

社会条件、土地利用・植生に関わって、路線選定で配慮した事項、およびアフターケア調査の計画路線に対して行った変更内容を以下に記述するとともに、図 3.3.6 に変更区間を示す。

(1) 既存道路区間

シンズリ・バザールの第 2 工区起点より約 4km の区間には、道路局が建設した古い道路が残されている。この古い道路は良好な線形基準が採用されているとともに、一部の横断水路構造物が建設された状態にある。新たな用地買収、家屋補償を回避するとともに、建設費の縮減を計るため、同道路形状、および、建設された施設を最大限に利用する方針で路線を計画した。



写真 3.3.1 既存道路の状況

(2) 史跡、宗教施設

シンズリ・バザールからクルコットへ至る街道は、テライとラメチャップ県、および、シンズリ県の奥地とを結ぶ重要な役割を果たしてきた。シンズリ・ガリ付近で、路線はこの街道に沿って計画される。この街道上のシンズリ・ガリの要衝には古い石造りの砦が築かれている。この砦は約 180 年前に東インド会社が組織する進入軍をネパール軍が撃退する拠点となった場所であり、歴史的価値のある施設である。道路線形計画において、この砦を残すように特別な配慮を行う。

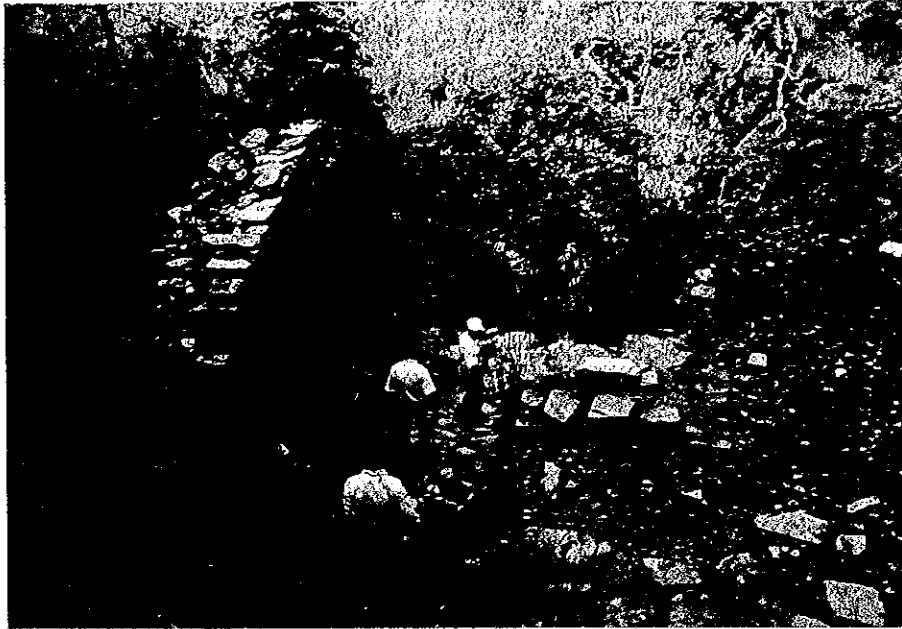


写真 3.3.2 シンズリ・ガリの砦跡

シンズリ・ガリの砦跡の他、道路建設による影響を考慮すべき地物・施設として、路線沿いに点在する菩提樹の巨木、および、小規模な宗教施設がある。これらの史跡、宗教施設を避けるように道路線形計画を行う。

(3) 支障物件

シンズリ・ガリ付近の STA17 付近から STA20 付近までの約 2km にわたって、古い街道沿いに、計画路線に近接して送電線が建設されている。この送電線は、テライとラメチャップ県を結ぶもので、現在建設中である。送電線の規格は電圧 11Kv で、軽量組立式電柱に架設されている。

STA17 から STA20 の区間の道路線形は、急峻な地形のなかでダウングレ・バンジャン鞍部、シンズリ・ガリ史跡鞍部、シンズリ・ガリ鞍部と、三つの縦断計画上のコントロール・ポイントに規制される。さらに、森林伐採範囲を極力少なくする方針に基づき、路線が街道沿いを通過するように意図的に計画している。このため、技術的、および、環境配慮の点から、道路位置を送電線に支障しないように調整する余地がなく、道路と送電線が相互に支障することは避けられないと判

断される。

したがって、支障する送電線、電柱は移設されることを前提としてルート計画を行った。



写真 3.3.3 シンズリ・ガリ付近の送電線

(4) 土地利用・植生

ネパールでは国土の 29%まで森林面積が減少し、その保全と管理が急務の課題となっている。このため、道路計画においてもシンズリ・ガリ付近に残された森林の保全に十分な配慮を行う必要が求められる。森林伐採面積を少なくすることを目指して、シンズリ・ガリ付近の森林地域では、(i)森林が開かれた古い街道沿を通過する、(ii)森林地域と荒地、および農地との境界付近を通過するように路線計画を行った。

シンズリバザール、クルコットの集落区間は、住民移転を少なくするため、それぞれ現道の通過、および家屋連担地域を避けるように路線を計画した。

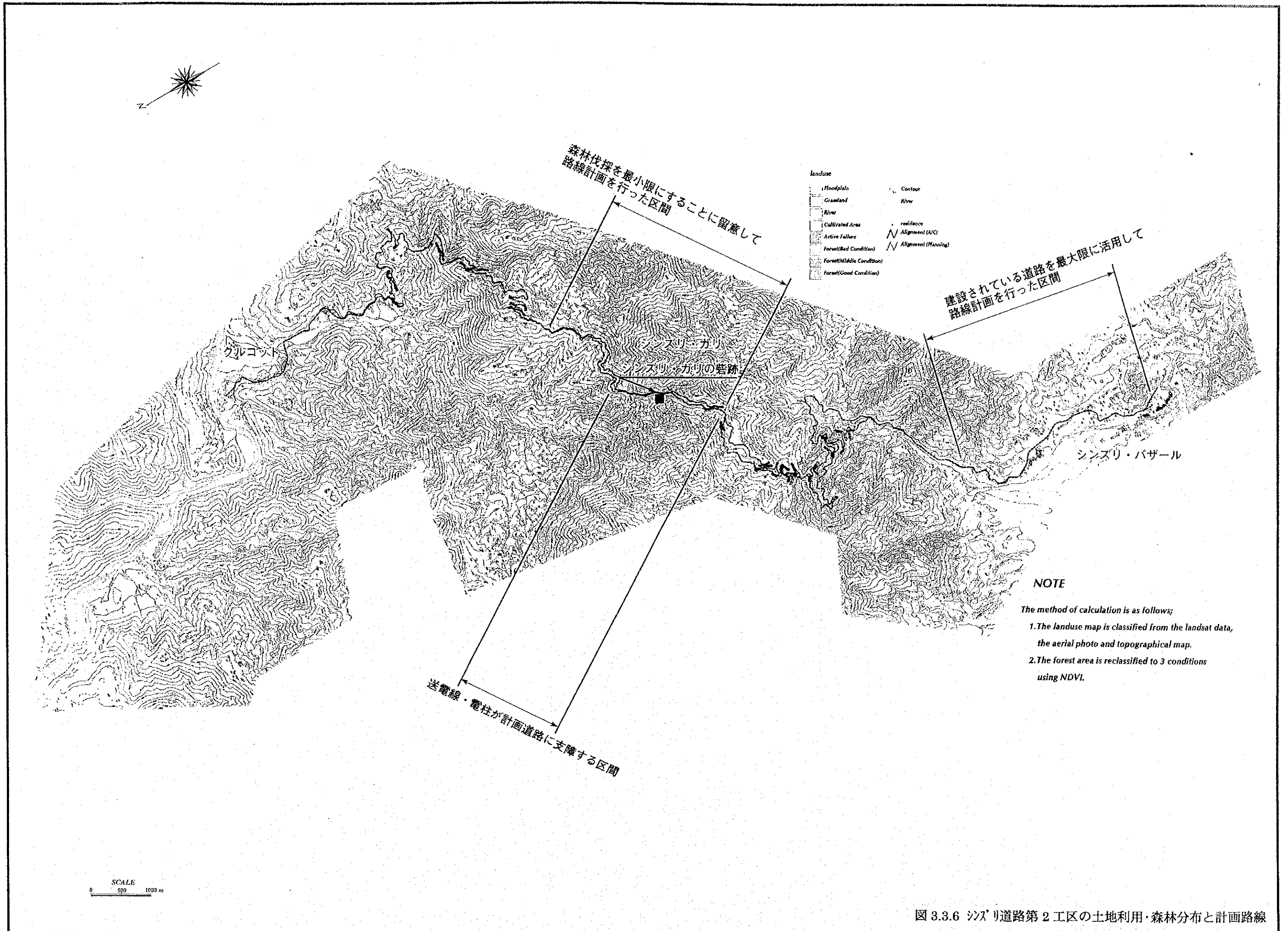


図 3.3.6 シズリ道路第 2 工区の土地利用・森林分布と計画路線

3.3.3 地形地質とルート計画

ハザード・マップ、斜面傾斜図、および、1993年7月の豪雨による災害調査結果から、アフターケア調査で計画した路線の問題区間を抽出して修正するとともに、1/2000 デジタル地図を使ったコンピュータ上のトライアル作業により大規模(高さ15m以上)な切土、および、高盛土を生じない路線を選定した。アフターケア調査での計画路線を地形・地質に関わる問題から修正した区間、およびその修正内容を以下に記述するとともに、図3.3.7に地形地質に関わる路線計画の内容を示す。

(1) グアング川上流部

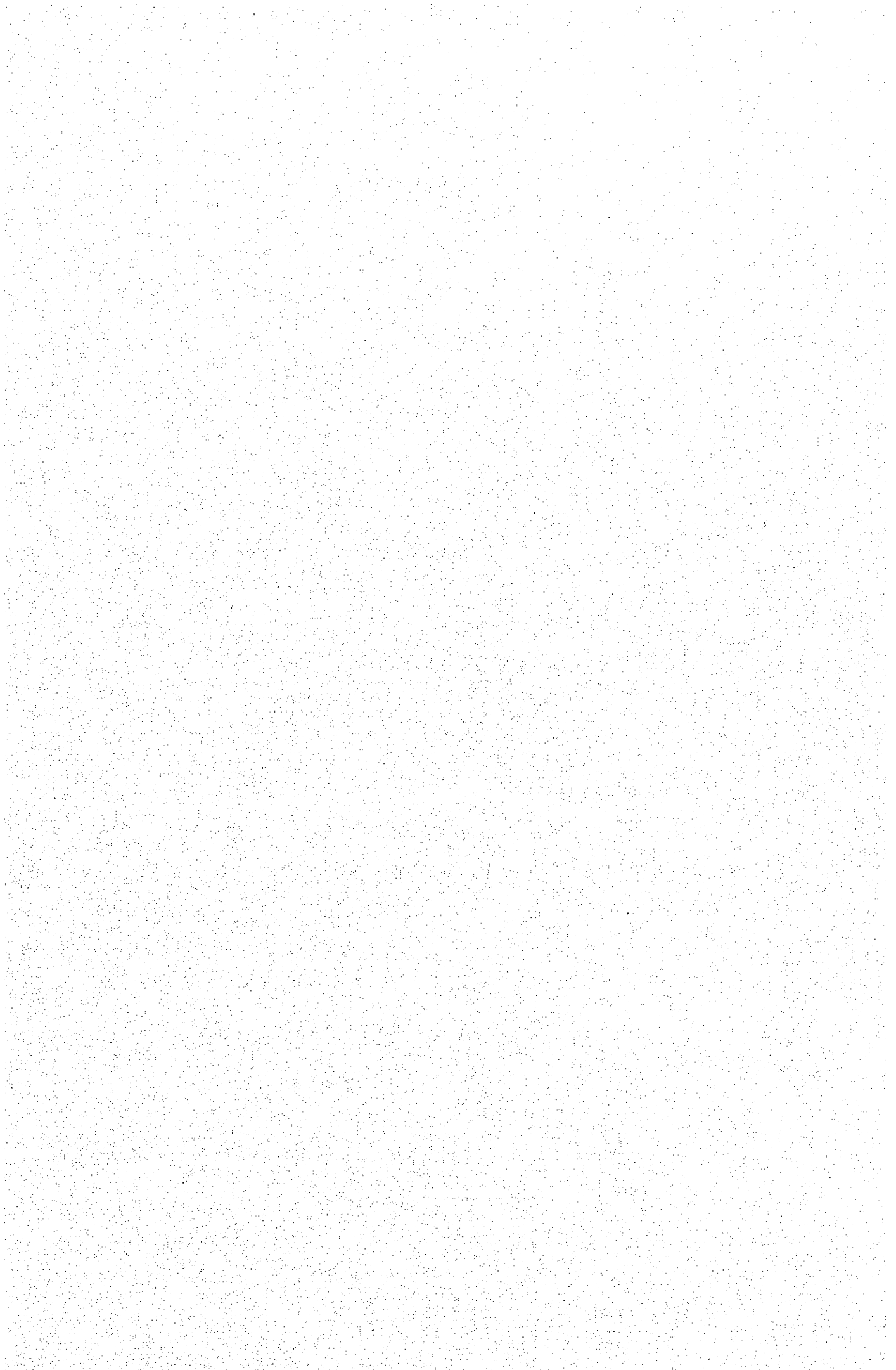
グアング川上流域は開析が進んだ、樹枝状の水系模様を呈する流域である。1993年の豪雨により上流部斜面に多くの崩壊が発生していることが確認されるとともに、ハザード・マップにも、上流部に多くの斜面崩壊と、MBTとMCT断層に起因する大規模地すべりが発生していることが示されている。現河道より約3m高い氾濫原には最大粒径5mにおよぶ転石が散在している。これらの状況から、グアング川上流域は土砂移動の激しい地域であると判断される。このため、グアング川上流域を、3橋梁を含む多くの渡河構造物を建設して通過するアフターケア調査の路線は、斜面崩壊、土石流を被るリスクが極めて高いと判断し、土砂移動の激しい上流域の手前でグアング川を横断するように、アフターケア調査の路線を修正した。

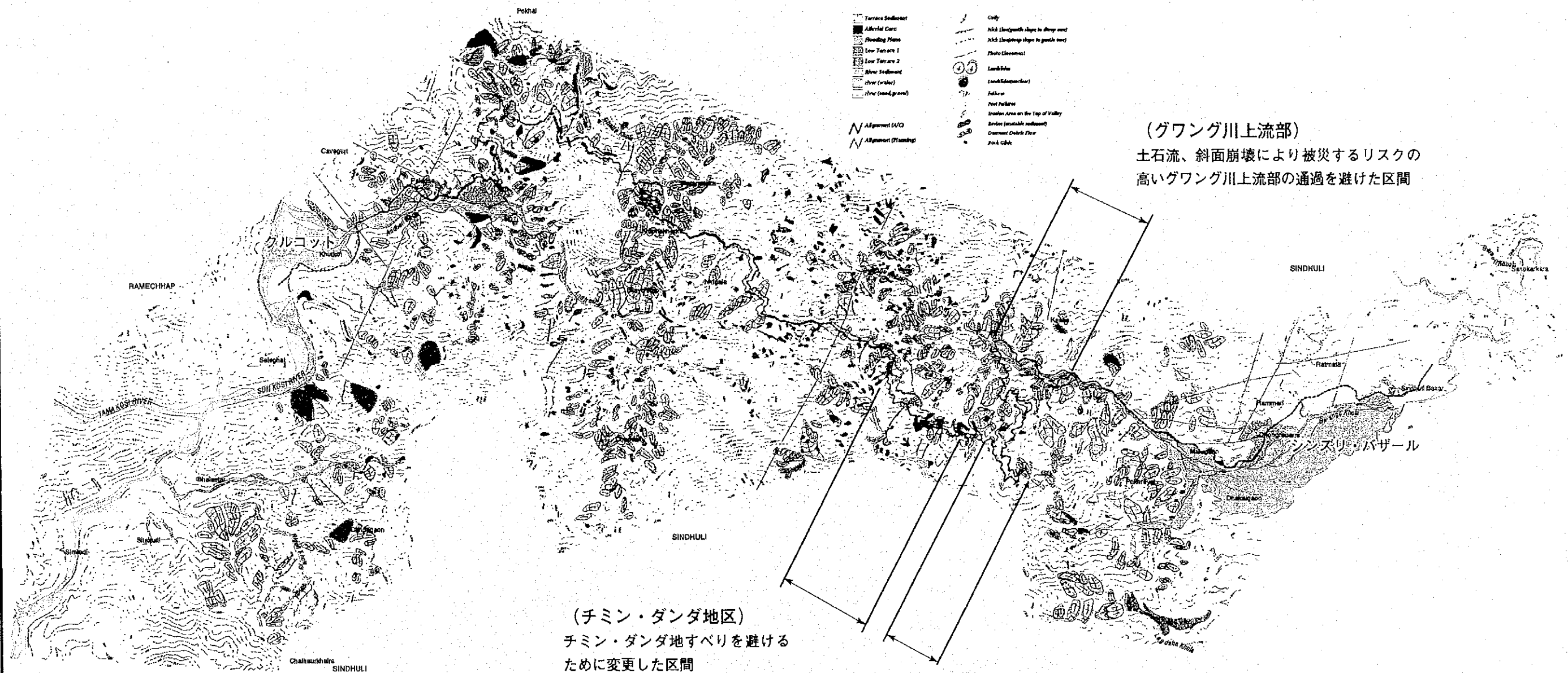
(2) ピバル・バンジャン地区

グアング川支流の上流域に、1993年の豪雨により上流部斜面に多くの崩壊が発生していることが確認された。このため、グアング川支流上流域は土砂移動の激しい地域であると判断される。このため、同支流上流域を通過するアフターケア調査の路線は、斜面崩壊、土石流を被るリスクが極めて高いと推測された。一方、ピバル・バンジャン付近の尾根は安定した砂岩、礫岩で構成されていることが確認された。このため、地質の安定した稜線沿いにジグザグで標高を上げるルートの安定度が高いと判断し、土砂移動の激しいグアング川支流の上流域を通過するアフターケア調査の路線を修正した。

(3) チミン・ダンダ地区

1993年の豪雨によりチミン・ダンダ地区の北西側斜面に多くの崩壊が発生していることが確認された。この地すべりは標高1200mの尾根近くを頭部とする巨大地すべりの一部が再活動したものである。この巨大地すべりは幅100m、長さ250m以上に達する。アフターケア調査の路線はこの巨大地すべりの中央部を通過する計画であった。このため、ダンケル・ダンダ地区の急峻斜面上に5層のジグザグ区間を設けて路線を尾根まで標高を上げるように修正を行い、地すべりの影響を回避した。





(グワング川上流部)
土石流、斜面崩壊により被災するリスクの
高いグワング川上流部の通過を避けた区間

(チミン・ダンダ地区)
チミン・ダンダ地すべりを避ける
ために変更した区間

(ピバル・バンジャン地区)
土石流、斜面崩壊により被災するリスク
の高いグワング川支流上流部の通過を避
けた区間

SCALE
0 500 1000 m

図 3.3.7 地形地質と路線計画

