

### 3.4 道路基本設計

基本構想に基づき、第1工区、第4工区の基本設計要領に準拠するとともに、第2工区のプロジェクトサイトの状況を加味した以下の要領により基本設計を行った。

#### 3.4.1 用地幅

シンズリ道路の道路敷地は50mとする。なお、用地買収範囲は図3.4.1のとおり、道路中心線より両側15m、または、建設用地幅に余裕幅3mを加えたものとする。

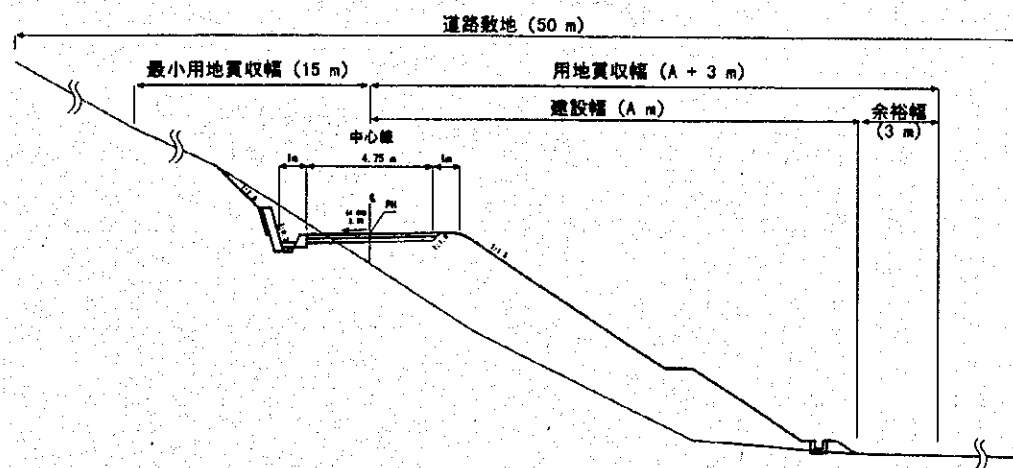


図 3.4.1 道路敷地と用地買収範囲

#### 3.4.2 道路設計

##### (1) 道路設計基準

第2工区の道路計画に用いる道路設計基準を以下に示す。

設計速度	: 20km/hr
道路幅員	: 4.75m(施工条件の悪いところは、例外的に4.00m)
横断勾配	: 4% (砂利道)、2.5% (瀝青表面処理区間)
最小平面曲線半径	: 15m
曲線部の拡幅	: セミトレーラーの通行可能な拡幅幅を確保
最小縦断曲線半径	: 300m
最大縦断勾配	: 10%
待避所の最大間隔	: 地形条件を考慮して適切な間隔で設ける

シンズリ・バザールの集落を通過する2.5km区間については2車線幅員を採用する。

(2) 横断勾配

横断勾配は砂利舗装区間 4%、歴青表面処理区間 2.5%とし、山側の路側水路側に表面水を流すように設けることを標準とする。曲線部の片勾配は次式より表 3.4.1 のように計画する。

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

ここに、 R = 曲線半径(m)  
V = 設計速度 (=20km/hr)  
e = 片勾配  
f = 摩擦係数 (= 0.15)

表 3.4.1 曲線半径と片勾配

曲線半径	片勾配	備考
25m以上	山側に 2.5%、または、4%	
20m	4%	
15m	6%	6%を上限値とする。

(3) 曲線部の拡幅とすりつけ

【曲線部の拡幅】

曲線部の拡幅とすりつけは、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する。拡幅は曲線の内側に設置する。拡幅量は「道路構造令、日本道路協会」のセミ・トレーラーの拡幅量計算式に基づいて算出する。

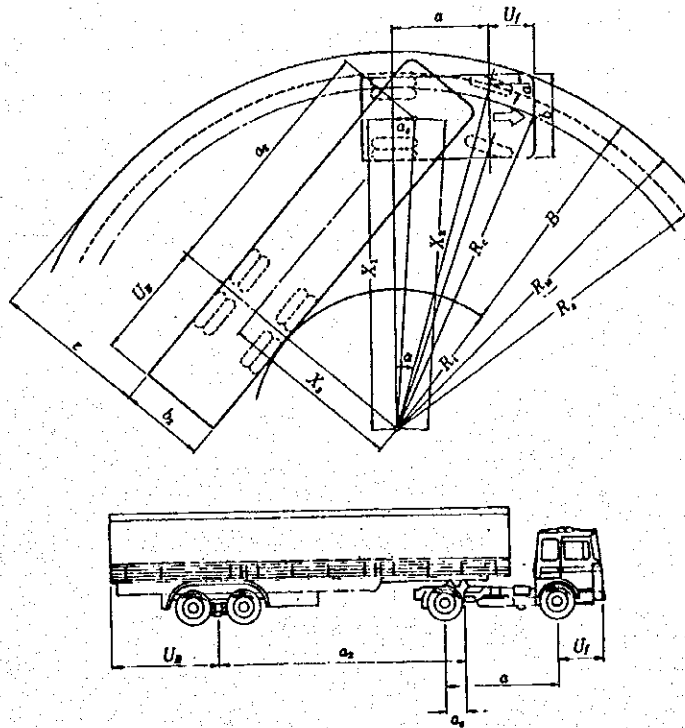


図 3.4.2 セミトレーラーによる拡幅に関わる諸元

$$B = R_w + \frac{b}{2} - \sqrt{R_c^2 - (a + U_f)^2 - a_2^2 + a_3^2}$$

$$R_w = \sqrt{\left(\sqrt{R_c^2 - (a + U_f)^2} + \frac{b}{2}\right)^2 + (a + U_f)^2}$$

セミ・トレーラーの各諸元は以下のとおりである。

- a = 4.0 m
- b = 2.5 m
- U<sub>f</sub> = 1.3 m
- a<sub>2</sub> = 9.0 m
- a<sub>3</sub> = 0 m

$$\therefore B = R_w + 1.25 - \sqrt{R_c^2 - 109.09}$$

ここに、
$$R_w = \sqrt{\left(\sqrt{R_c^2 - 28.09} + 1.25\right)^2 + 28.09}$$

道路構造令において、セミトレーラーを設計車両とした道路幅員は一般に 3.5 m である。このため、4.75 m の幅員に対して、曲線半径(R<sub>c</sub>)を設計曲線半径に 0.625 m (2.375-1.75)加えた値として拡幅量を算出する。

設計曲線半径 30 m の場合

$$R_c = 30 + 0.625 = 30.625 \text{ m}$$

$$R_w = 31.86 \text{ m}$$

$$B = 4.32 \text{ m}$$

余裕幅 0.5m を加えると、必要幅は 4.82 m となる。

設計曲線半径 25 m の場合

$$R_c = 25.625 \text{ m}$$

$$R_w = 26.85 \text{ m}$$

$$B = 4.70 \text{ m}$$

余裕幅 0.5m を加えると、必要幅は 5.2 m となる。

設計曲線半径 20 m の場合

$$R_c = 20.625 \text{ m}$$

$$R_w = 21.84 \text{ m}$$

$$B = 5.31 \text{ m}$$

余裕幅 0.5m を加えると、必要幅は 5.81 m となる。

設計曲線半径 15 m の場合

$$R_c = 15.625 \text{ m}$$

$$R_w = 16.81 \text{ m}$$

$$B = 6.44 \text{ m}$$

余裕幅 0.5m を加えると、必要幅は 6.94 m となる。

以上の計算結果に 0.25m 幅で段階的に拡幅量を設定すると、曲線半径に対する拡幅量は表 3.4.2 のとおりとなる。

表 3.4.2 曲線部の拡幅量

曲線半径(m)	拡幅量(m)
30	0.00
25	0.50
20	1.00
15	2.25

【拡幅量、片勾配のすりつけ】

「道路構造令」に準拠し、拡幅は曲線の内側に設け、そのすりつけは図 3.4.3 のように行う。

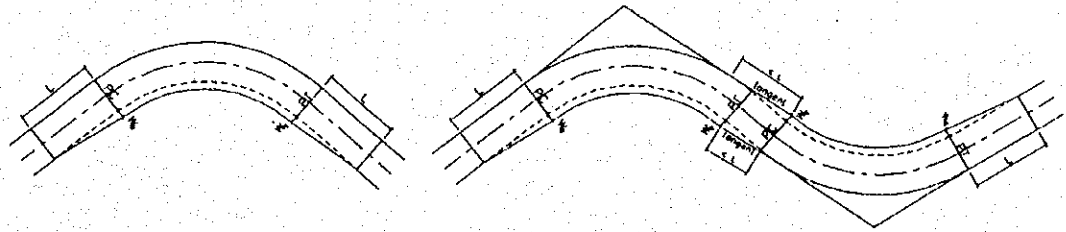


図 3.4.3 拡幅のすりつけ

ここに、 $L1 = We \times n$  ( $n = 10$  :設計速度 20km/hr)

「道路構造令」に準拠し、片勾配のすりつけは図 3.4.4 のように行う。

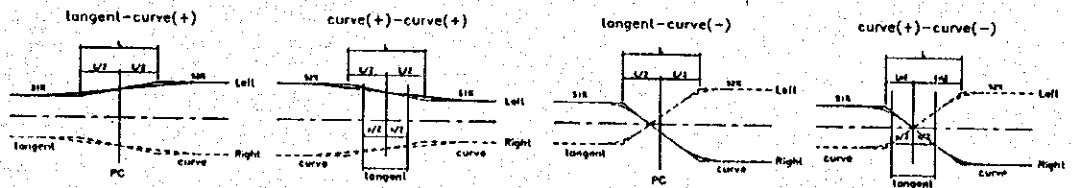


図 3.4.4 片勾配のすりつけ

ここに、 $L2 = 0.01 (S2 - S1) \times n \times \text{道路幅員}$  ( $n = 50$  :設計速度 20km/hr)

#### (4) 視距

設計速度 20km/hr の1車線道路のため、40m の視距を確保することを基本とする。しかしながら、地形条件等により 40mの視距を確保することが困難な場合には、最低 20mの視距を確保す

るとともに、曲線部の両側にそれぞれ二つの警告標識を設置する。

(5) ヘアピン部の縦断勾配

曲線半径 15m を採用するヘアピン曲線区間の縦断線形は基本的に 5%以下とする。

3.4.3 切盛土工

道路土工要綱「(社)日本道路協会」に基づき、切盛土工ののり面勾配を以下のように計画する。

【切土のり面勾配】

		範囲
硬岩		1:0.3~1:0.8
軟岩		1:0.5~1:0.2
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、岩塊まじり砂質土	密実なもの	1:0.8~1:1.0
	密実でないもの	1:1.0~1:1.2

【盛土のり面勾配】

		範囲
粒土のよい砂、砂利および砂利まじり砂	5m 以下	1:1.5~1:1.8
	5~15m	1:1.8~1:2.0
粒土の悪い砂	10m 以下	1:1.8~1:2.0
	岩塊	10m 以下
	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

3.4.4 緑化工

(1) 周辺環境条件

a) 地形、土地利用

シンズリ道路第 2 工区は、標高 500m のシンズリバザールから、マハバラット山脈を標高 1350m のシンズリガリで越え、標高 500m のクルコットに至る、総延長 39km の山岳道路である。計画路線の通過する自然斜面傾斜は、平均 28°、最大 57° である。

計画道路周辺の土地利用は、居住地区、農地、灌木・荒廃地、森林地帯に分けることができる。計画路線の約 30% が森林地帯、約 40% は農地を通過している。

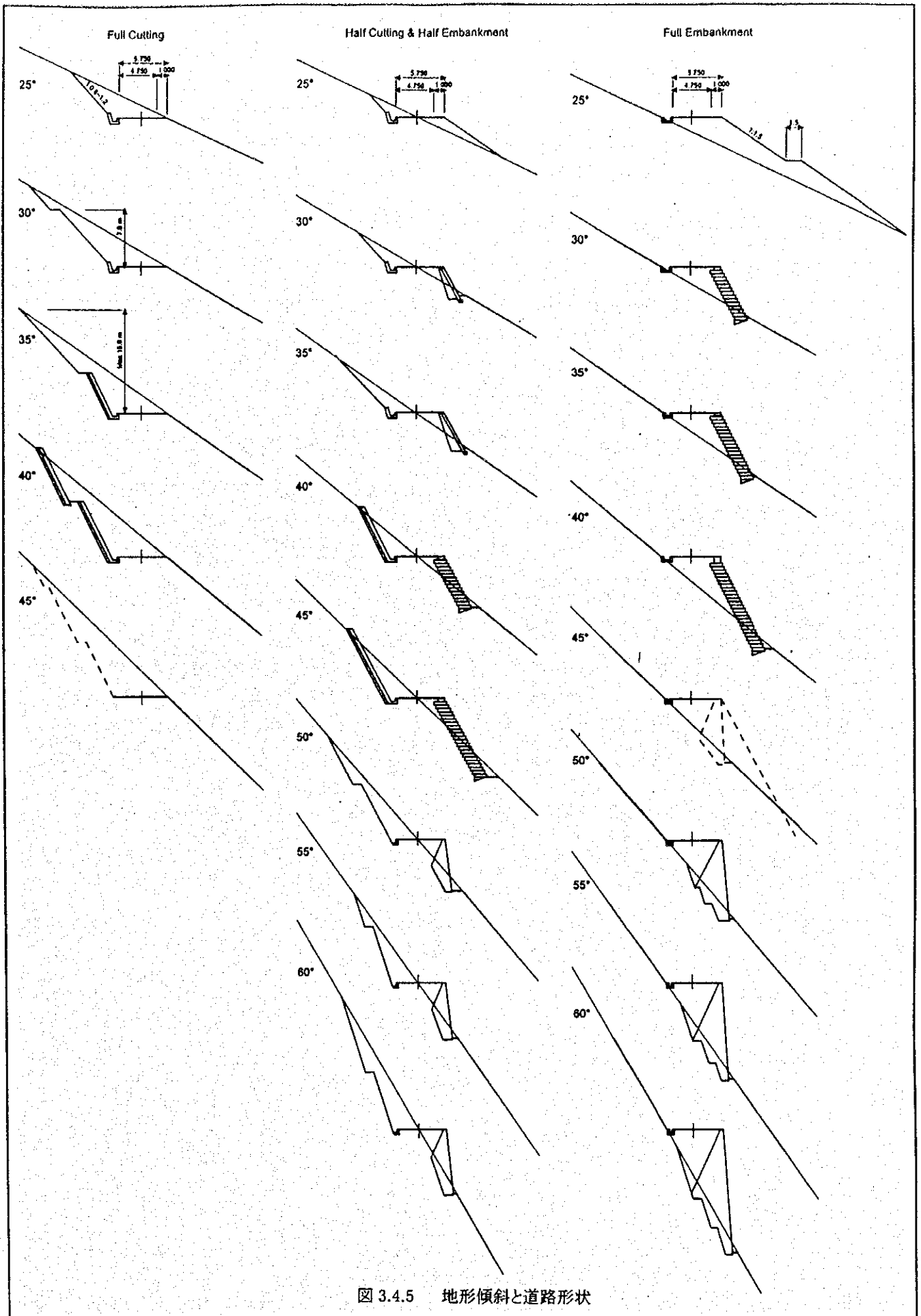


图 3.4.5 地形傾斜と道路形状

b) 周辺植生

農地周辺は草本主体、荒廃地は草本と低木が混在した植生となっている。森林地帯は、サラソウジュ林、チラウネ林、ハンノキ林、三葉松林の大きく4つの林に分類できる。

(2) のり面条件

a) 形状、規模

道路横断構造は地形傾斜および地質により図 3.4.5 に示す形状となる。緑化計画の対象となるのり面は以下の通りである。

区分	高さ	勾配
盛土のり面	15m程度まで	1:1.5 から 1:1.8
切土のり面	15m程度まで	1:0.3 から 1:1.2

また、路線には斜面災害に対して比較的安全な狭い区域のなかで急激に標高を上げる必要から、38箇所へのヘアピン・カーブ設けられる。ヘアピン・カーブが連続するジグザグ区間では、同一斜面のなかで階段状に行われる道路建設により現存植生が広範囲に伐採されるとともに、大規模な切土、盛土のり面が出現する。

b) 地質

路線沿いの地質は、扇状地、崖すい性、崩積土堆積物、段丘堆積物、中部シワリク層群(中部中新世-新鮮新世)の砂岩層、ナワルコット層群(プレカアンブリア紀-古生代)の泥質片岩層と石灰質片岩層、ビンペジ層群(プレカアンブリア紀)の砂質片岩、片麻岩、花崗質片岩層から成る。

各地層の地表面状況から判断した、切土のり面の状況と、採用するのり面勾配は表 3.4.3 のとおりである。



表 3.4.3 路線沿いの地質と採用のり面勾配

区分記号	のり面地質	採用のり面勾配	留意事項
A	扇状地、崖すい性、崩積土堆積物のり面	1:0.8~1:1.2	のり面に岩塊が出現して整形が難しい場合がある。
B	れき岩のり面	1:0.5~1:0.8	
C	砂岩のり面	1:0.5~1:0.8	
D	強風化花崗質片岩のり面	1:0.8~1:1.0	表面浸食を受けやすい。
E	風化・きれつの発達した花崗質片岩のり面	1:0.5~1:0.8	きれつの程度により土木的なのり面保護工の採用が求められる。のり面に岩塊が出現して整形が難しい場合がある。
F	花崗質片岩のり面	1:0.3~1:0.5	
G	風化・きれつの発達した泥質、砂質片岩のり面	1:0.5~1:0.8	きれつの程度により土木的なのり面保護工の採用が求められる。
H	泥質、砂質片岩のり面	1:0.3~1:0.5	
I	強風化片麻岩のり面	1:0.8~1:1.0	
J	風化・きれつの発達した片麻岩のり面	1:0.5~1:0.8	きれつの程度により土木的なのり面保護工の採用が求められる。
K	片麻岩のり面	1:0.3~1:0.5	
L	段丘堆積物のり面	1:0.8~1:1.2	のり面に岩塊が出現して整形が難しい場合がある。
M	その他一般土砂のり面	1:0.8~1:1.2	

以上の切土のり面のなかで、強風化花崗岩、強風化片麻岩のり面は、特に表面浸食を起こしやすい性質を持つため、のり面規模および当該のり面の後背斜面の状況に応じて、適切な浸食対策を施す必要がある。

c) 気象

路線最高点のシンズリ・ガリでの年平均気温は最高 28.3℃、最低 16℃で、月別平均値が 0℃を下回ることはない。年平均降雨量は 2320mm、月平均降雨量が 100mmを上回るのは5月から10月である。乾期(11月から4月)と雨期(5月から10月)の月平均降雨量は、それぞれ 25mm、およぼ 360mmと、その較差が極めて大きい。

1 時間降雨継続時間における降雨強度は生起確率年 5 年で 140mm/hr 程度と計算され、短時間の降雨継続時間での降雨強度は 300mm/hr 程度に達すると推定される。

以上のことから、緑化計画では、強い乾燥と湿潤が繰り返されることを考慮した植物の選定および雨期の極めて強い降雨強度を考慮した緑化基礎工及び植生工の選定が求められる。

### (3) 緑化整備方針

#### a) 緑化工法適用の目的

シンズリ道路の維持管理、道路利用者の安全確保、道路防災の観点からのり表面の浸食防止を図ることを第一の目的とする。

さらに、ネパールでは森林面積が国土面積の 29%(1998 年)まで減少し、森林の保全と管理が急務の課題となっている。一方、当該路線は路線沿いの 30%以上が森林地帯である自然度の高い地域等を通ずる。従って、ネパール全体の状況を鑑み、自然環境の保全と景観向上に努めることを第二の目的とする。

#### b) 緑化目標の設定方針

のり面緑化計画では植物の分布と生育に関する条件として周辺環境およびのり面勾配を考慮して、のり面に復元・創造する植物群落を緑化目標として設定する。

##### 【周辺環境条件】

計画路線の周辺環境は土地利用によって大きく異なり、以下に区分される。従って、緑化目標は各土地利用毎に設定する方針とする。

- 市街地
- 農地
- 灌木・荒廃地
- 森林
- 特別配慮区間

特別配慮区間とは以下の特徴を持ち、信頼性の高い緑化工法の採用が求められる区間である。

- 道路建設により広範囲な既存植生の破壊と規模の大きい人工のり面が生じ、のり面災害発生リスクが高く、かつ災害発生が道路の広範囲に及ぶジグザグ区間。
- 強風化花崗岩のように著しく急速な表面浸食が予想される地質で、浸食によるのり面の崩壊のみならず、後背地斜面の崩壊へと被害が拡大していくことが予想される区間。

なお、安定な岩のり面については、ネパール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する。

##### 【のり面勾配条件】

のり面勾配に対する緑化目標の設定目安を以下に示す。切土のり面の緑化目標としては、

生態系保全機能、のり面防災機能、景観保全機能に配慮するとともに、植生の永続性に基づく維持管理軽減の観点から基本的に、木本類によるのり面緑化を行うこととして「高木林型」及び「低木林型」の2種類を設定する。

本緑化計画においては下記の目安を参考として各のり面の緑化目標を設定する方針とする。

勾配	緑化目標			備考
	高木林型	低木林型	草本型	
1:1.4より緩勾配	適用可能	適用可能	適用可能	裸地に自然侵入して植物群落 が成立する限界角度である
1:1.4・1:1.0	適用可能	適用可能	適用可能	植栽による導入の限界角度であ る
1:1.0・1:0.6	要検討	適用可能	適用可能	低木や草本からなる竹の低い植 物群落の復元を目指す
1:0.6より急勾配	要検討	適用可能	適用外	岩の摂理などへの根系の伸長を 期待し、低木類の導入が望まし い

出典:山寺・安保・吉田、平成5年、自然環境を再生する緑の設計(一部修正)

c) 導入植物の選定方針

導入植物の選定方針は以下の通りである。

- 環境配慮の点から、基本的に郷土種を採用する。
- 緑化目標に適合した植物を選定する。
- 目標の群落が単純とならないよう、適合した植物を複数種選定する。

(解説) 単純な種類構成の群落は環境圧(風、雨、崩れ、貧栄養、病虫害等)に対して極めて弱く、不良な立地条件の下では永続的な生育が困難となる。標準的な目標群落の構成は以下の通りである。

【目標群落の標準構成】

使用区分	使用目的
主構成種	目標群落の基本的な構成種
補全種	主構成種の生育環境を整える
草本類	表層土の形成・保全(表層侵食の防止)

d) 緑化工法の選定方針

経済性およ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、ネパールで実績のあるのり面緑化工法を優先的に採用することを基本方針とする。

なお、特別配慮区間においては、早期に、かつ広範囲に安定した植生の復元を計る方針に基づき適切な工法の選定を行うものとする。

#### (4) 緑化目標の設定

沿道土地利用区分に対する緑化目標を表 3.4.4 に示す。なお、各土地利用区分においては当該のり面の勾配条件を考慮して緑化目標を設定する。

表 3.4.4 区間区分と緑化目標

土地利用(区間)区分	緑化目標
市街地	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。
農地	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・荒廃地	自然放置を前提とし、のり面勾配と地質に適合した、草本主体し、荒廃地に適合した木本類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。
特別配慮区間	自然放置を前提とし、早期の森林破壊の修復および侵食防止効果の早期発現のため、1~2年で侵食防止効果を現せる草本、木本類で組み合わせられた群落を再生することを目標とする。さらに、将来的には周辺植物群落に近い状態とすることを目標とする。

#### (6) 導入植物

環境保全、周辺植物群落との調和を図るため、郷土種を採用して緑化を計る。Bio-Engineering Information, Second edition, December 1997 で緑化用の草本、木本類として、路線の通過する 500m~1500m の標高範囲で推薦されているものは以下のとおりである。

導入植物は、以下にリストされた草本類および木本類の中から、路線沿線での調達容易さ、周辺環境等を考慮して選定する。なお、緑化目標として高木林型および低木林型を設定した場合でも、特に緑化初期におけるのり面の表層侵食を防止するために草本類を導入する。

## 高木類

名前 (ローカル)	形態	標高範囲	適地・特徴	繁殖方法	備考
Bakeno 【植物学名】 <i>Melia azedarach</i>	中～高木、落葉樹	テライ平原～1800m	高温・乾燥地 好光性、萌芽性大	実生、ポット育苗 【単位粒数】 1,200粒/kg	良好な生育には厚い表土が必要
Chilaune 【植物学名】 <i>Schima wallichii</i>	高木、常緑樹	900～2000m	各地への適応性大(乾燥地～湿潤地)、耐陰性大、刈り込みに耐える	実生、ポット育苗 【単位粒数】 160,000粒/kg	既存樹林への導入可能
Dabdabe 【植物学名】 <i>Garuga pinnata</i>	高木、落葉樹	テライ平原～1300m	各地および乾燥地への適応性大、好光性大、萌芽性大	実生、挿し木(長さ2m以下) 【単位粒数】 4,000粒/kg	Salの生育適地の大半に導入可能
Kalo siris 【植物学名】 <i>Albizia lebbek</i>	中木、落葉樹	テライ平原～1200m	高温・乾燥地、好光性大、萌芽性大	実生、ポット育苗 【単位粒数】 5,000粒/kg	家畜の嗜好性大きく、食害に遭いやすい
Khanyu 【植物学名】 <i>Ficus semicordata</i>	小高木、枝密度大	テライ平原～2000m	高温・乾燥地、好光性大、萌芽性大	実生、ポット育苗 【単位粒数】 1,500,000粒/kg	
Khayer 【植物学名】 <i>Acacia catechu</i>	高木、有刺	テライ平原～1000m	高温・乾燥地、好光性大、萌芽性大	実生、ポット育苗 【単位粒数】 30,000粒/kg	
Rani 【植物学名】 <i>Pinus roxburghii</i>	高木、針葉樹	500～1950m	高温・乾燥地、好光性大、刈り込みに耐える	実生、ポット育苗 【単位粒数】 8,000粒/kg	湿潤地には不適
Rato siris 【植物学名】 <i>Albizia julibrissin</i>	小高木、落葉樹	800～3000m	湿潤地及びその他、耐陰性あり、萌芽性大	実生、ポット育苗 【単位粒数】 24,000粒/kg	湿潤条件下での生長早い
Seto siris 【植物学名】 <i>Albizia procera</i>	中木、落葉樹	テライ平原～1350m	湿潤地、好光性大、刈り込みに耐える	実生、ポット育苗 【単位粒数】 18,000粒/kg	草本類に被圧されやすい
Sisau 【植物学名】 <i>Dalbergia sissoo</i>	高木、広葉樹	テライ平原～1400m	各地への適応性大、好光性大、萌芽性大、刈り込みに耐える	実生、ポット育苗、挿し木 【単位粒数】 33,000粒/kg	適した土壌(生育基盤)が必要

低木類

名前 (ローカル)	形態	標高範囲	適地・特徴	繁殖方法	備考
Areri 【植物学名】 <i>Acacia pennata</i>	有刺の低木、 樹高 5m 以下	500~1500m	高温・乾燥地	実生、ポット 育苗 【単位粒数】 36,000 粒/kg	
Assuro 【植物学名】 <i>Adhatoda vasica</i>	低木、樹高 3m 以下	テライ平原~ 1000m	各地への適応 性大	挿し木	
Bainsh 【植物学名】 <i>Salix tetrasperma</i>	高木、樹高 15m 以下	テライ平原~ 2700m	湿潤地、萌芽 性大	挿し木	家畜の嗜好性 大きく、食害 に遭いやすい
Bhujetro 【植物学名】 <i>Butea minor</i>	低木、樹高 4m 以下	500~1500m	高温・乾燥地	実生(実播) 【単位粒数】 450 粒/kg(莢部分 を含む)	
Dhanyero 【植物学名】 <i>Woodfordia fruticosa</i>	低木、樹高 3m 以下	テライ平原~ 1500m	高温・乾燥地	実生、ポット 育苗	
Dhusun 【植物学名】 <i>Colebrookea oppositifolia</i>	低木、樹高 3m 以下	テライ平原~ 1500m	高温・乾燥地	実生、ポット 育苗	
Kanda phul 【植物学名】 <i>Lantana camara</i>	低木、樹高 2m 以下	テライ平原~ 1750m	高温・乾燥地	挿し木	切土のり面 への導入は 比較的平易
Kettuke 【植物学名】 <i>Agave americana</i>	大型サボテン (亜種により 刺の有無)	テライ平原~ 2000m	高温・乾燥地	挿し木(吸枝； 地下の茎から 出た枝)	南斜面での 生育良好
Keraukose 【植物学名】 <i>Indigofera atropurpurea</i>	小高木、樹高 8m 以下	テライ平原~ 2000m	高温・乾燥地	実生、ポット 育苗 【単位粒数】 94,000 粒/kg	
Saruwa 【植物学名】 <i>Ipomoea fistulosa</i>	低木	テライ平原~ 1500m	各地への適応 性大、日照地、 浸水に耐える	挿し木	盛土のり面 にのみ導入 可能
Simali 【植物学名】 <i>Vitex negundo</i>	小高木、樹高 6m 以下	テライ平原~ 1750m	高温・乾燥地、 刈り込みに耐 える	挿し木	多用途に使用 可能
Tilka 【植物学名】 <i>Wendlandia puberula</i>	高木、樹高 10m 以下	テライ平原~ 1500m	高温・乾燥地 刈り込みに耐 える	実生、ポット 育苗	

草本類

名前 (ローカル)	形態	標高範囲	適地・特徴	繁殖方法	備考
Amliso 【植物学名】 <i>Thysanolaena maxima</i>	大規模に群生	テライ平原～ 2000m	各地への適応性大、湿潤地	株分け	
Babiyo 【植物学名】 <i>Eulaliopsis binata</i>	中規模に群生	テライ平原～ 1500m	高温・乾燥地	株分け、実生	
Dhonde 【植物学名】 <i>Neyraudia reynaudiana</i>	大規模に群生	テライ平原～ 1500m	高温・乾燥地	株分け、実生 【単位粒数】 15,520,000 粒/kg	
Kans 【植物学名】 <i>Saccharum spontaneum</i>	大規模に群生・拡大	テライ平原～ 2000m	各地への適応性大、高温地、乾燥地～湿潤地	株分け	
Katara khar 【植物学名】 <i>Themeda species</i>	大規模に群生	テライ平原～ 2000m	各地への適応性大	株分け、実生	
Khar 【植物学名】 <i>Cymbopogon microtheca</i>	中規模に群生	テライ平原～ 2000m	高温・乾燥地	株分け、実生 【単位粒数】 1,681,000 粒/kg	
Khus 【植物学名】 <i>Vetiver zizanioides</i>	中規模に群生	テライ平原～ 1500m	各地への適応性大	株分け 【単位粒数】 1,712,000 粒/kg	盛土のり面のみに導入可能
Narkat 【植物学名】 <i>Arundo donax</i>	大規模に群生・拡大	テライ平原～ 1500m	高温・乾燥地	株分け	
Sito 【植物学名】 <i>Neyraudia arundinacea</i>	大規模に群生	テライ平原～ 1500m	各地への適応性大(比較的多雨地帯に適する)	株分け、実生 【単位粒数】 16,390,000 粒/kg	

## (6) 緑化工法の設定

### 【ネパールの緑化技術】

#### a) 道路局の緑化技術

ネパールにおける緑化技術は、英国の援助により行われたダランーダクタ道路建設から生まれ、スイスの援助で建設されたジリ道路に導入されるとともに、道路局の Geo-Environmental Unit に引き継がれた後、標準歩掛、標準仕様、使用植物リスト、施工要領で構成される Bio-Engineering Information, Second edition, December 1997 に取りまとめられている。

ネパールの緑化技術は、(i)人力集約型、(ii)現地化、(iii)低コスト化を図った技術である。法面が緑に覆われ、道路の両側には良好な樹林が形成されたダランーダクタ道路およびジリ道路の現況は、ネパールの緑化技術の有効性を示すものである。

近年、低コストで道路沿いの斜面、のり面の安定化に有効な緑化工法への理解が深まり、スイスの援助で行われているアラニコ道路改良プロジェクトに見られるように、のり面緑化工法は河川護岸復旧や崩壊地の復旧工事に導入されている。

しかしながら、アラニコ道路の崩壊地復旧工事箇所、チュウリヤパスの切り通し区間に施工された緑化工等では必ずしも良好な結果が得られていないケースも認められる。不良の原因を特定することは困難であるが、大きな要因としては、のり面が地質構造的に不安定であること、のり面表層の土壌硬度が高いことなど、当該のり面が緑化上困難な条件を多く備えていることが考えられる。また、これらの不良条件を改善して導入植物の良好な生育を確保するための適切な緑化基礎工が施工されていないことにも起因していると考えられることができる。

シンズリ道路第 2 工区におけるのり面の地質状況は、前述の通り地質的に不安定なのり面が発生することが予想される。当該のり面の条件は上記アラニコ道路の事例と類似する状況にあり、植生工の導入にあたっては適切な緑化基礎工の適用を検討しなければならない。

以下に、シンズリ道路第 2 工区におけるネパールの緑化技術に関する適用基準を示す。

### 【ネパール緑化技術の適用基準】

- のり面表層および地山の安定が確保されているのり面
- 適切な緑化基礎工を導入し、のり面表層および地山の安定が確保されているのり面





写真 3.4.1 ジリ道路の道路現況

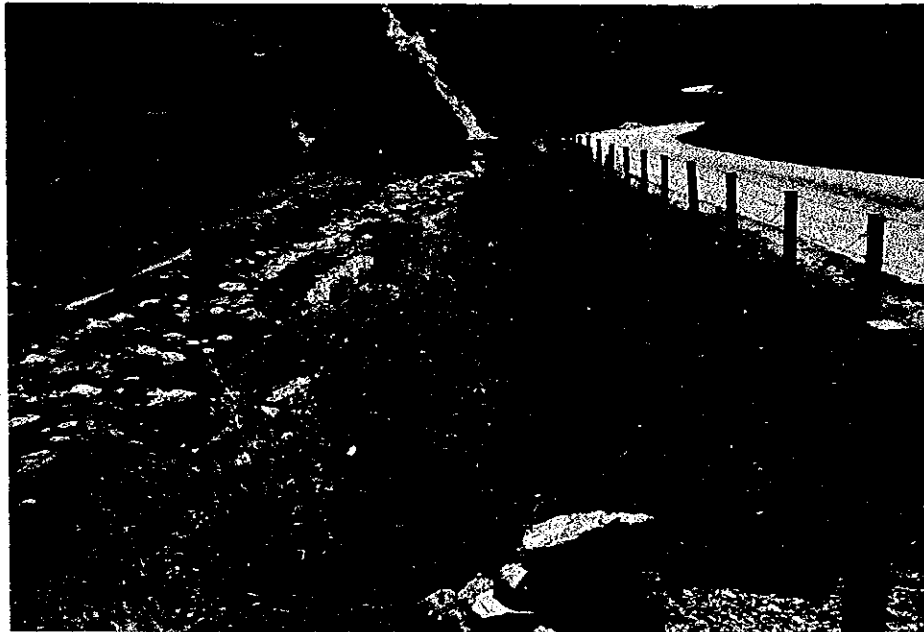


写真 3.4.2 アラニコ道路で施工された植生工



写真 3.4.3 アラニコ道路で施工された植生工



写真 3.4.4 アラニコ道路で施工された植生工施工箇所の不具合

表 3.4.5 はネパールの植生工法の内容である。

表 3.4.5 ネパールの緑化工法

区分	工法名	内容	適用
植生工	Direct seeding on site (種播工)	種子の直播。草本の場合にはわら覆い、わら覆い+ジュートネットの併用も計られる。木本の場合は穴を掘って種を播く。	浸食防止効果発現にはかなりの時間を要する。したがって、浸食に対して極めて安定な場所、または、他の工法と組合せて採用する。
	Planting grass cuttings on site (植生筋工)	株分けした草本を田植え状、筋状等に植付けるもの。	浸食作用に対し比較的安定で、植生に適した土壌の切土、盛土のり面(一般的な土砂のり面)に適用。 土壌硬度が高く、肥料分の少ないのり面へ採用した場合は成功率が低いと判断される。
	Planting shrub and tree seedlings and cuttings on site (挿し木、植栽工)	木本類の苗床で育てた小苗(ポット苗)の植付けおよび挿し木。わら覆いなどの補助作業も含まれる。	浸食作用に対し比較的安定で、植生に適した土壌の切土、盛土のり面(一般的な土砂のり面)に適用。 他の草本による緑化工と組合せて施工される場合が多い。 土壌硬度が高く、肥料分の少ないのり面へ採用した場合は成功率が低いと判断される。
緑化基礎工	Brush layering, palisades and fascines (編柵工)	日本の編柵工。山腹斜面または階段状に柵を設け地表水の流下や強風による表土の移動を防止するとともに、柵の背後に埋め土をしたり、自然に土砂を蓄えたりして植栽木の生育に良好な環境条件を造成する。	比較的緩やかな崖錐堆積物表面等に設置して緑化基礎工とする。
	Jute netting works (ネット張工)	ジュートネットをのり面に定着、覆う工法。緑化基礎工の一つとして用いられている。	わらむしろで覆う工法と比べて雨滴衝撃、雨水流下に対する防護効果は低いと判断される。
	Gabion wire bolsters (ジャコ工)	径 30cm程度の蛇かごを帯状に埋め込んで緑化基礎工とする。	比較的緩やかな崖錐堆積物表面に帯状に設置して緑化基礎工とする。

b) 第1工区、第4工区で施工された緑化工法

シズリ道路建設プロジェクト第1工区の地質はシフリクと称され、浸食作用を受け易い。従って、当該区間ののり面緑化では基本的に表面浸食防止効果の高いのり枠工を切土のり面に採用するとともに、一部ののり面に厚層基材吹付工を施工した。盛土のり面には芝

張工およびネパールの技術である植生筋工、植栽工を採用した。

第 4 工区では試験的に切土のり面にわらむしろ張工、段切芝張工を施工するとともに、盛土のり面には芝張工を施工している。

表 3.4.6 に第 1 工区、第 4 工区で採用した植生工法とその実績を示す。

表 3.4.6 第 1 工区、第 4 工区で採用した緑化工法とその実績

区分	工法名	内容・効果	適用
植生工	芝張工	幅 30cm～50cmの切芝を 50cm程度の間隔で帯状に、または、全面に植え込む。 施工後、数日で根が伸び、早期の表面浸食防止効果が期待できる。	浸食を受け易い盛土のり面に適用する。
	わらむしろ張工	のり面に種子と肥料を散布した上をわらむしろで覆うもの。	第 4 工区で試行。現時点での状況では散布後の種子、肥料の流失防止効果有り認められる。 盛土のり面、および、比較的柔らかい切土のり面に適用。
	段切芝張工	所定の勾配に成形した切土のり面に幅 10cm程度のステップを高さ 50cm程度の間隔で設け、ステップに切芝を植え込む。	ある程度の表面浸食防止効果が期待できる。 段切により地山の風化を促進するマイナス面があるため、崩壊が予測される場合は採用できない。
	厚層基材吹付工	日本より材料・機材を調達して施工。	浸食防止効果は第 1 工区で実績あり。のり面が木本類により緑化されるスピードが速い。 高価であるが、材料の現地化が計られればコスト削減が図られる。
緑化基礎工	のり枠工	日本のプレキャスト枠工を現場打ちで建設するもの。枠内の中詰に土付き草株、玉石、練石を入れる。切土、盛土のり面に適用。	浸食防止効果は第 1 工区で実績あり。 施工が煩雑である。

以上のネパールでの緑化技術、第 1 工区、第 4 工区での実績、ならびに、Bio-Engineering Information, Second edition, December 1997 で提案されている工法選定フローおよび日本での一般的な緑化工法選定フローを参考にして作成した表 3.4.7 の選定表に基づいて採用緑化工法を選定する。

特別配慮区間は、前述の通り路線沿線の森林割合(自然度)が高く、道路建設に伴い破壊された森林は復元を行って、自然環境の保全と景観向上に努める必要がある。一方、当該地域は降雨強度が著しく強く、裸地状態に放置されたのり面では表層浸食が加速度

的に進行して、周辺の森林破壊につながることは必至である。従って、当該地域におけるのり面緑化では、早期に、かつ耐侵食性の高い確実な工法を採用することが重要である。この考えに基づき、これまでの施工事例等を考慮して、当該区間には厚層基材吹付工を優先的に採用する。

表 3.4.7 のり面性状と選定緑化工法

のり面区分	盛土のり面	切土のり面					
		土砂		軟岩		急勾配 キレツが多く、急勾配を採用した場合。不安定となる恐れがある	硬岩 安定している。または、十分な安定勾配が確保されている。
のり面性状	浸食を受け易い	浸食に対して安定、硬度 $\geq 2$ 以下	浸食を受け易い	風化・浸食作用を受けやすい	風化・浸食作用に対して安定		
のり面性状の記号	B1,B2	C1	C2	C3	C4	C5	C6
のり面地質	盛土材による	L M	A D	E I	B C	E G J	F H K
のり面勾配	1:1.5 ～ 1:1.8	1:1.0 ～ 1:1.2	1:1.0 ～ 1:1.2	1:0.5 ～ 1:1.0	1:0.5 ～ 1:0.8	1:0.3 ～ 1:0.8	1:0.3 ～ 1:0.8
植生 工	種播工	●	●	●			
	植生筋工			●			
	挿し木、植栽工	●	●	●	◎ (注1)	◎	
	埋枝工、編柵工						
	芝張工	◎					
	わらむしろ張工		◎				
	段切芝張工						
	厚層吹付工(注2)			◎	◎		
	緑化 基礎 工	シュートネット張工					
ガビオン基礎工							
のり枠工			◎ (注2)	◎	◎	◎ (注2)	
コンクリート張工						◎(注3)	
鉄筋補強土工						◎	
	無処理						◎

- 凡例； ◎ 採用。 ● 補助的に使用する。  
(注1) のり面高さが5m以下の場合に採用する。  
(注2) 特別配慮区間において選定される。  
(注3) 鉄筋補強土工と組み合わせて採用。

## (7) 施工時期の設定

施工時期は Bio-Engineering Information, Second edition, December 1997 に準拠し、以下の通り設定する。

工種	施工時期
播種工	5月～6月
植栽工	6月～7月

## (8) 植生管理

植生管理は、1年間の施工後管理を行った後に自然放置することを原則とする。ただし、のり面緑化の最大の障害となる、村人の草刈、牛、羊の侵入、下草焼きに対処するため以下の方策を行う。

- a) 植栽後1年間のガードマンによる監視
- b) 必要に応じて有刺鉄線柵の設置

### 3.4.5 舗装工

舗装構造は川砂利 15cm、碎石 15cm の2層からなる 30cm の砂利舗装を基本的に採用する。なお、交通安全、環境配慮、道路構造の保全の面から、路面の表面処理が必要と判断される区間には瀝青表面処理(Double bituminous surface treatment)を施す。

曲線半径 15m を用いたヘアピンカーブ区間には、路盤材の水平移動により路面が波打つことを防ぐため、コンクリート舗装の最小厚さである 25cm 厚のコンクリート舗装を施工する。

### 3.4.6 道路横断・路側水路工

#### (1) 路側水路

路側水路の形状は 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 以上とする。

#### (2) 横断水路

Classification and Design Standards for Feeder Roads (Second Revision), 1994, Department of Roads に基づいて最小管径を 60cm とする。ハザード・マップ、土砂生産ポテンシャル図、現地状況から土石流の想定される沢については、小規模なコースウェイを採用する。

なお、山岳部等で、施工計画上、軽量の構造形式が求められる箇所についてはコルゲートパ

イブの採用を考慮する。

(3) 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、および、沢底の地質が浸食を受けやすく、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設置する。

(4) 流出計算

道路排水構造物および渡河構造物設計のため、流出計算を以下の合理式を用いて行う。

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

ここに、

- Q : 流量(m<sup>3</sup>/sec)
- C : 流出係数
- I : 降雨強度(mm/hour)
- A : 流域面積(km<sup>2</sup>)

構造物別の計画流量規模は表 3.4.8 に示す確率年とする。

表 3.4.8 構造物別の計画流量規模

構造物	流量確率年
側溝	3
横断排水(カルバート)	5
コースウェイ	50
橋梁	50

流出係数は「道路土工、排水工指針、日本道路協会」を参考として、流域の多くが急峻な地形であることを考慮し、流量確率年の低い路側水路については 0.4、道路横断水路など流量確率年の比較的高い排水施設に対して0.8とする。降雨強度は前述の降雨強度式から求められるが、洪水到達時間(または計画降雨継続時間)は以下により算定する。

$$T = T_1 + T_2$$
$$T_1 = 1.445 \times (n \times L / S^{0.5})^{0.467}$$
$$T_2 = 60 \times L / V$$

ここに

- T : 洪水到達時間(minutes)

- $T_1$  : 流入時間 (minutes)
- $T_2$  : 流下時間 (minutes)
- $n$  : Kerby の粗度係数 (=0.2)
- $L$  : 流路長 (m)
- $S$  : 勾配
- $V$  : 流速 (m/sec)

#### 3.4.7 地域用水路付替工

図 3.4.6 に示したグワング川、およびアンデリ川沿いに位置する 5 本の農業用水路が道路建設により取り除かれる。これらについては、同等断面の用水路を設けて付け替えを行う。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の最小管径 20cm 以上の横断管を用いる。



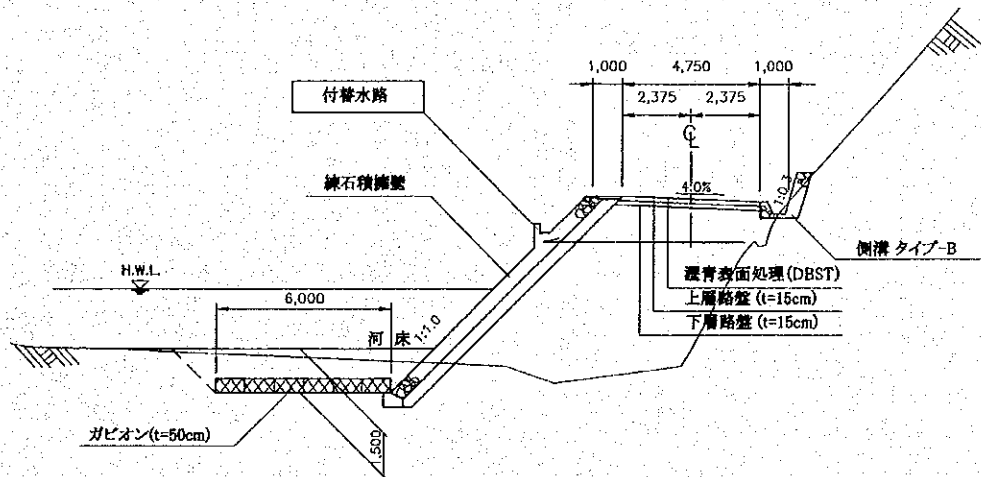
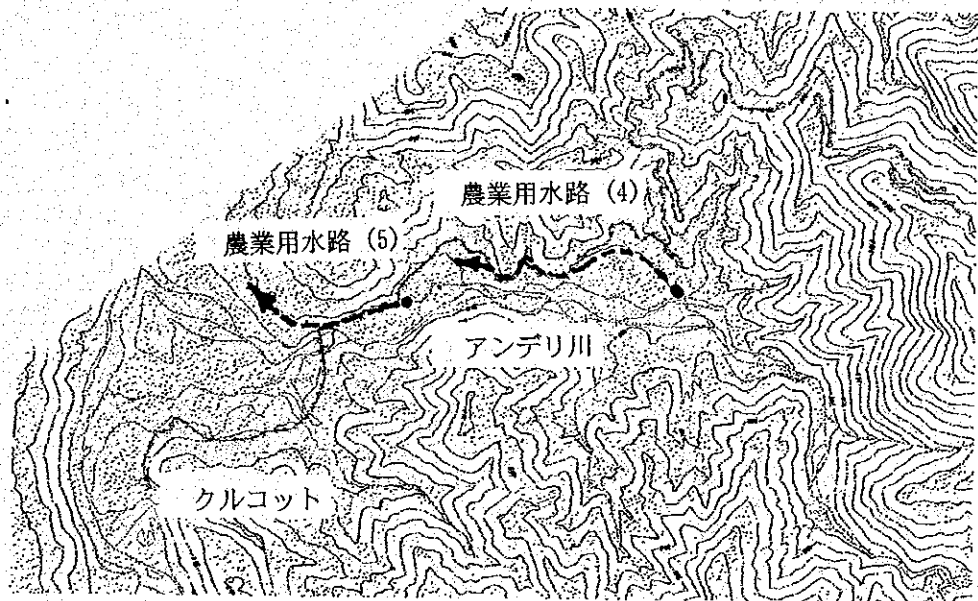
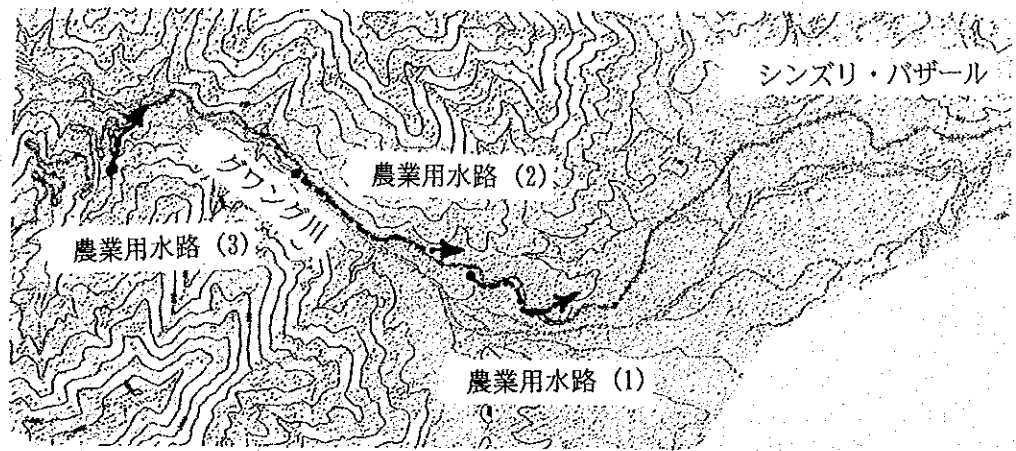
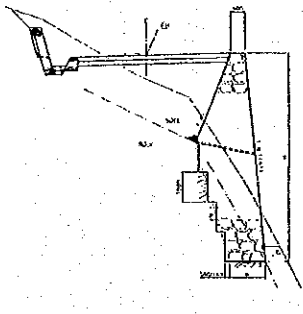
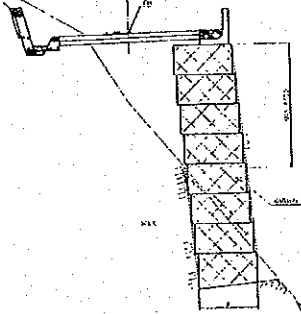
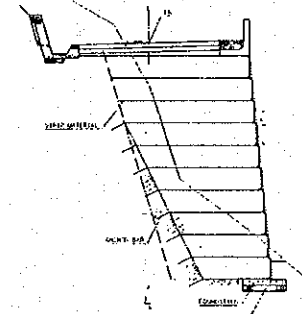


図 3.4.6 付替えを行った農業用水路と付替え要領図

### 3.4.8 擁壁工

練石、ガビオンを材料としたもたれ式、および、重力式擁壁構造を基本的に採用する。一般的な擁壁が採用できない急傾斜区間の谷側擁壁には、表 3.4.9 に示す 3 形式の擁壁から、現地条件に適合したものを採用する。

表 3.4.9 急傾斜地に採用する擁壁形式

構造	変形重力式擁壁	もたれ式ガビオン擁壁	補強土工 (ジオテキスタイル、アンカー付)
内容			
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 施工が早い。</li> <li>- 地形・地質の変化に対してフレキシブルに対応可能。</li> <li>- 施工中の擁壁体の上面が作業・通行スペースに利用できない。</li> <li>- 施工管理が容易。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 施工が早い、中詰材料(岩、玉石)の調達に難易によりコストが変動する。</li> <li>- 地形・地質の変化に対してフレキシブルに対応可能。</li> <li>- 施工中の擁壁体の上面が作業・通行スペースに利用できない。</li> <li>- 施工管理が容易。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 施工材料の搬入を人力により行えるため、人力主体の施工が可能。</li> <li>- 地形・地質の変化に対して対応が難しい。</li> <li>- 施工中の擁壁体の上面が作業・通行スペースに利用できる。</li> <li>- 慎重な施工管理が求められる。</li> </ul>
概算施工費	15,000~20,000 円/m <sup>2</sup>	15,000~30,000 円/m <sup>2</sup>	25,000~40,000 円/m <sup>2</sup>
採用条件	基礎地盤:軟岩・硬岩 施工:コンクリートの供給が容易	基礎地盤:軟岩・硬岩 施工:中詰材料(岩、玉石)の調達に容易。 山側に通行帯が確保される。	基礎地盤:硬岩(アンカー施工) 施工:良質裏込材の調達が可能。
採用場所	軟岩・硬岩の基礎地盤を有し、川沿い、平坦地など、コンクリートの供給が容易に行える区間。	軟岩・硬岩の基礎地盤を有し、コンクリートの供給が困難な区間。 盛土部突出高さ 6m 未満。	45° を越える急傾斜の連続する区間、かつ、掘削面にアンカーを打設する硬岩の出現が確実で、良質裏込材が容易に調達可能な区間。

### 3.4.9 地すべり・のり面崩壊対策工

現地踏査により、選定ルート上に位置する地形地質に関わって道路計画上留意しなければならない区間(地区)として図 3.4.7 に示す 8 地区が確認された。各地区の留意点と対応策は以下のとおりである。

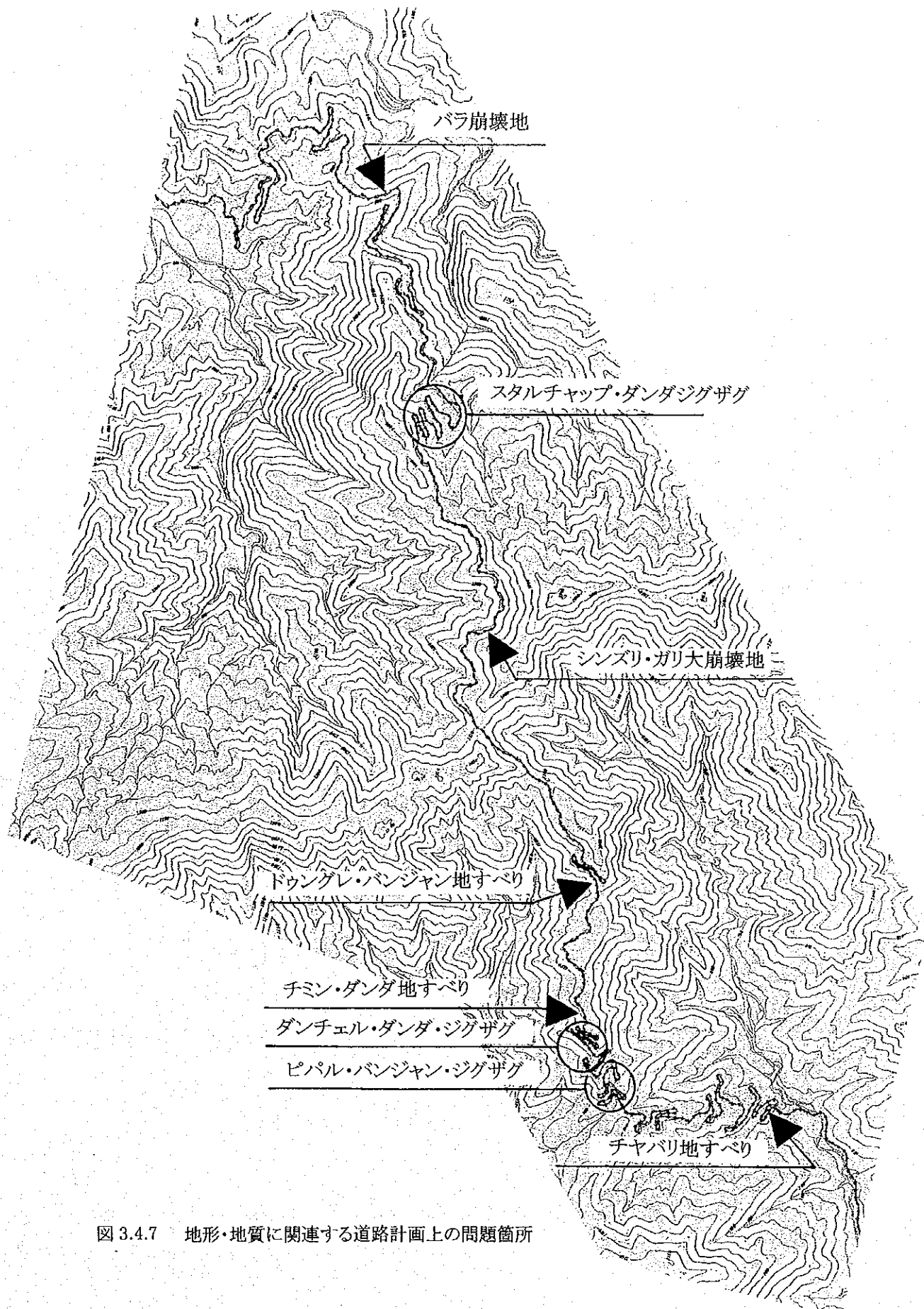


図 3.4.7 地形・地質に関連する道路計画上の問題箇所

## (1) チアバリ地すべり

### 【地形・地質】

チアバリ地すべりは、グワング橋の北約 400mの、グワング川とグワング右支流に挟まれた尾根地形の先端部に位置している。斜面傾斜は 30 度から 40 度の単斜面である。地質的には、中部シワリク層の砂岩(一部礫岩層を含む)から構成されている。

### 【地すべり規模】

地すべりは、長さ約 100m、幅約 40mで、平均的厚さは約 8m程度と推定される。

### 【地すべり発生の原因の原因と活動性】

グワング川右支川は、地すべり末端部が位置する箇所で極端に屈曲し、地すべりの移動土塊が流送域に堆積している。したがって、この地すべりは洪水期のグワング川右支川の流水による浸食に伴う斜面崩壊(末端域の土塊の欠損)を原因として発生したものである。地すべりは円弧状の滑落崖を伴うが、ラウンド化し、開析が進んでいる。さらに、地すべり中央部には末端域の二次崩壊によるガリ谷が発達し、地すべり本体まで開析が進んでいる。したがって、地すべりの発生は古く、地すべり土塊は動いている様子がなく安定していると推定できる。背後斜面には地すべり地形は分布しない。

### 【道路建設上の問題】

豪雨時の出水による地すべり末端部の流出、および、道路土工により地すべりが再活動する可能性がある。したがって、地すべり末端部の浸食防止策、地すべりを安定化させる方向に道路位置、形状を計画することが求められる。

### 【対応策】

計画道路は地すべり地を上部、中央部、脚部の三箇所で横断する。地すべりを活性化させない以下の対応により通過する。

- グワング川支流に達する地すべり脚部に大規模な重力擁壁を設け、盛土により脚部を通過する。
- 地すべり中央部は切盛バランスした道路形状により通過する。
- 上部は切土主体の道路形状で通過する。

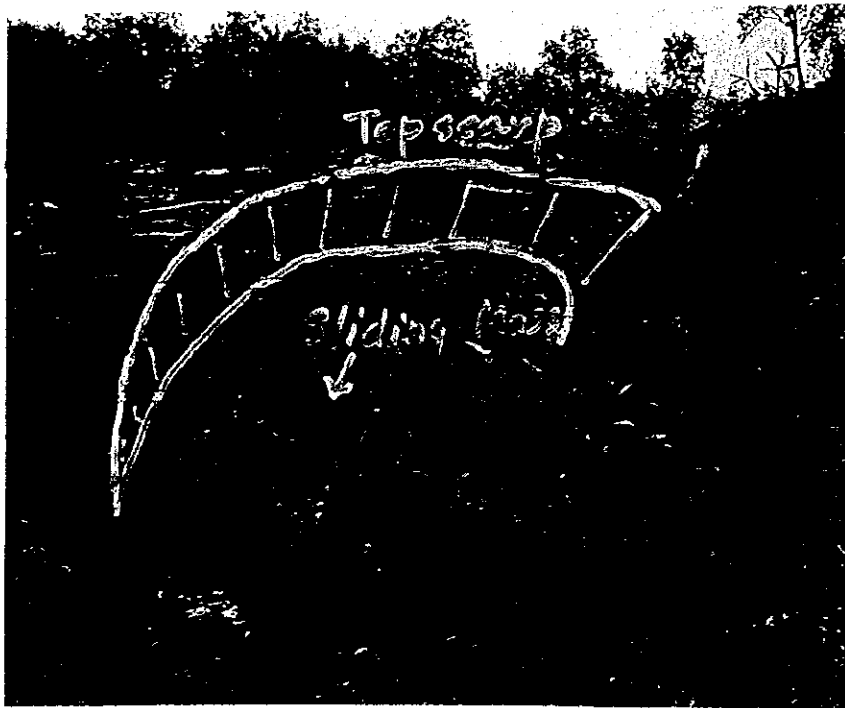


写真 3.4.5 チヤバリ地すべり

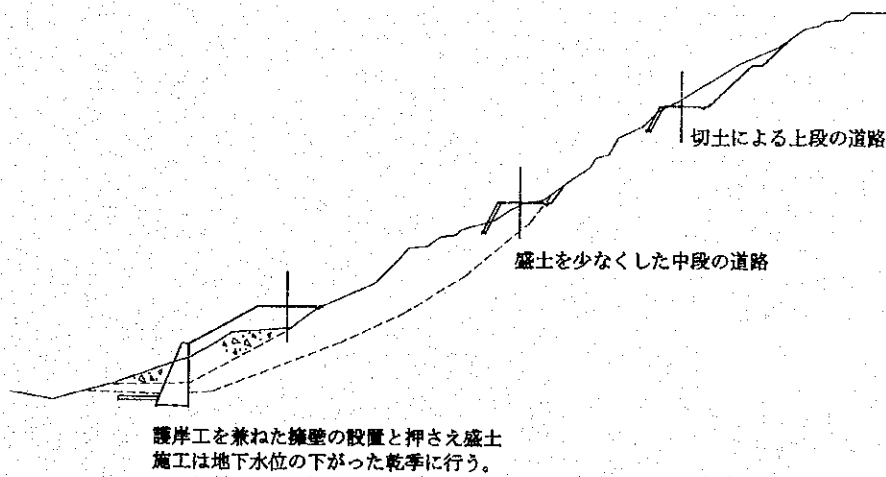


図 3.4.8 チアバリ地すべり地での道路計画

(2) ピパル・パンジャン・ジグザグ

【地形・地質】

この地区は、標高 1100mに位置する緩斜面を頂部とした沢状の凹地形をなす。斜面傾斜は 30～40 度と急である。この地区には地すべり地形が 2 箇所分布する。1 箇所は明瞭であるが、他は不明瞭である。地質は、泥質片岩が主体で、一部砂質片岩も分布する。沢の出口付近には、MBT 断層が分布する。

【地すべり規模】

地すべりは、長さ約 50m、幅約 30m で、平均的厚さは約 5m 程度と推定される。

【地すべりの規模と活動性】

地すべり末端は河床から高い位置に分布し、円弧状滑落崖が比較的明瞭に観察されるものの、浸食によりラウンディグされている。このため、地すべりの活動は古く、現在は安定していると判断される。

【道路建設上の問題点】

計画ルートは、近傍に断層が分布し脆弱な地質で急斜面、かつ地すべり地形が分布する沢状の凹地形の中をジグザグで通過する。このため、道路建設による土工で、斜面、地すべり地の安定化を図ることが必要である。



写真 3.4.6 ピパル・パンジャン・ジグザグ区間

【対応策】

沢部に約 19 万 m<sup>3</sup> の盛土を行って、ジグザグ道路を建設する。この盛土は沢の斜面に対して安定側に作用する。

(3) ダンケルダングダ・ジグザグ

【地形・地質】

標高 1100m に位置する緩傾斜の尾根の西側斜面である。斜面傾斜は、約 40 度である。地形的には、全体として、地すべり抜け跡地であるが一部縦に長い地すべりブロックが認められる。地質は、泥質片岩から構成される。

【地すべり規模】

地すべりは、長さ約 200m、幅が約 40m で厚さは 3 から 4m 程度である。

【地すべりの規模と活動性】

当地区は過去に大規模の地すべりがあったものと推定される。その滑落崖は明瞭でなく、その傾斜もそれに続く斜面と同様の角度であり、非常に古い地すべり現象であったと判定される。現在の地すべりは、古い地すべりの残留土塊から構成されたものであるが、滑落崖は明瞭でない。さらに、浅く、幅の割りに長さの長い形態を呈している。現在、活動している兆候はない。

【道路建設上の問題点】

ルートは、薄い地すべりのある 40 度の急斜面をジグザグで上る。切土、盛土のバランスした道路横断形状の確保と、適切なのり面対策工の設置を行う。さらに、道路建設においても、地すべりを活性化させないように斜面上部から施工する。

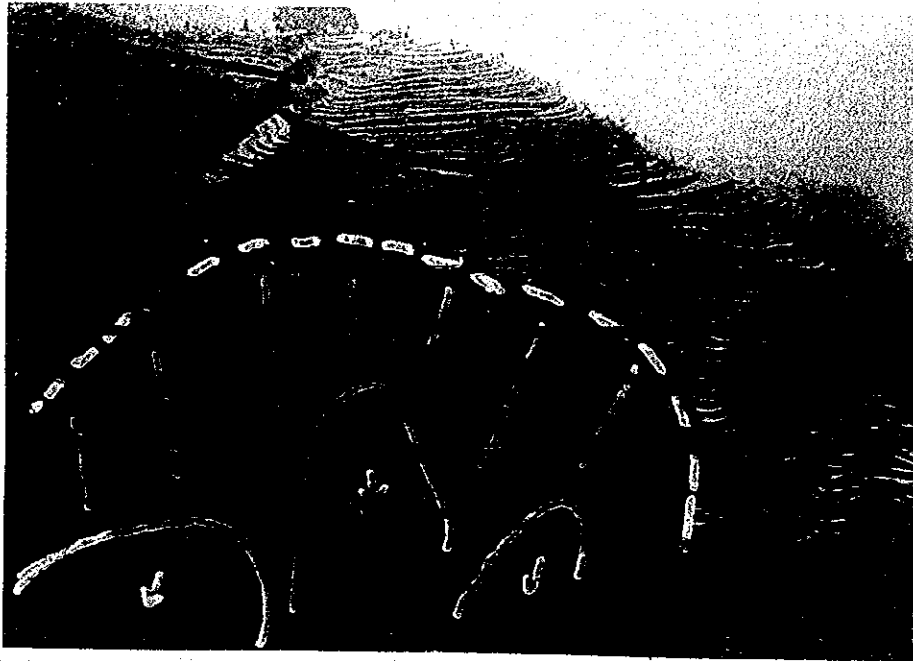


写真 3.4.7 ダンケル・ダンダ・ジグザグ区間

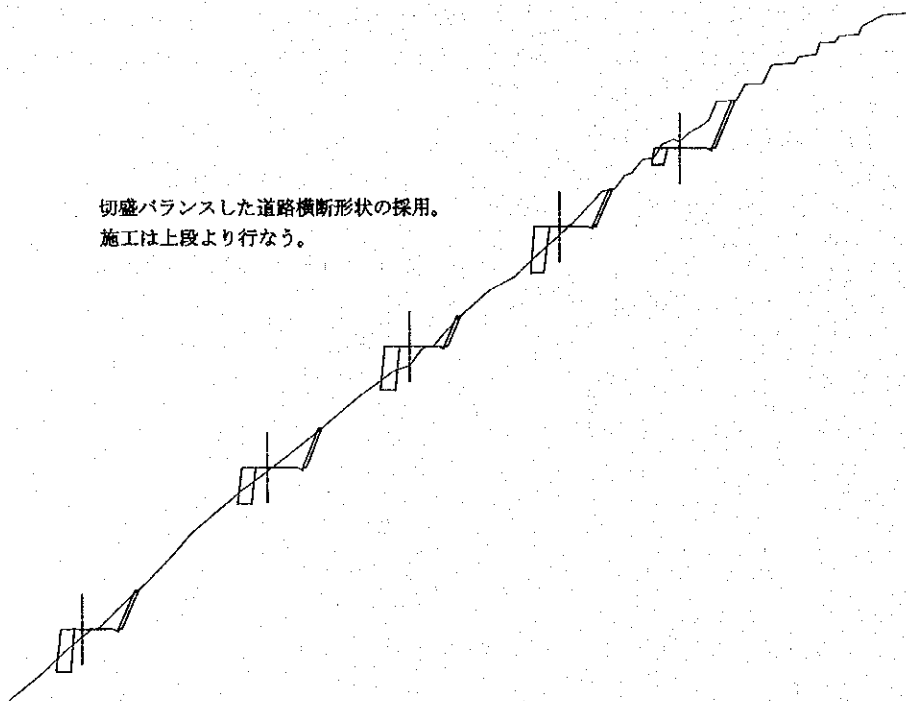


図 3.4.9 ダンケル・ダンダ・ジグザグ区間の道路計画



(4) チミン・ダンダ地すべり

【地形・地質】

標高 1100mに位置する緩斜面を尾根の西側斜面である。斜面勾配は、約 40 度である。地形的には、全体として、地すべり抜け跡地である。しかし、抜け跡地中央部には、活動的な地すべりが分布する。地質は石灰質片岩から構成される。

【地すべり規模】

地すべりは長さ約 250m、幅約 100m、層厚約 20m、移動土塊は約 300,000m<sup>3</sup>に達する。

【地すべりの活動性】

1993 年の豪雨による斜面袖部および溪流沿いの侵食と下流側溪流崩壊により地すべりが発生した。滑落崖の鮮明さから判断し、現在も活動中と判定できる。

【道路建設状の問題】

確実に地すべりを避けて道路を建設する。

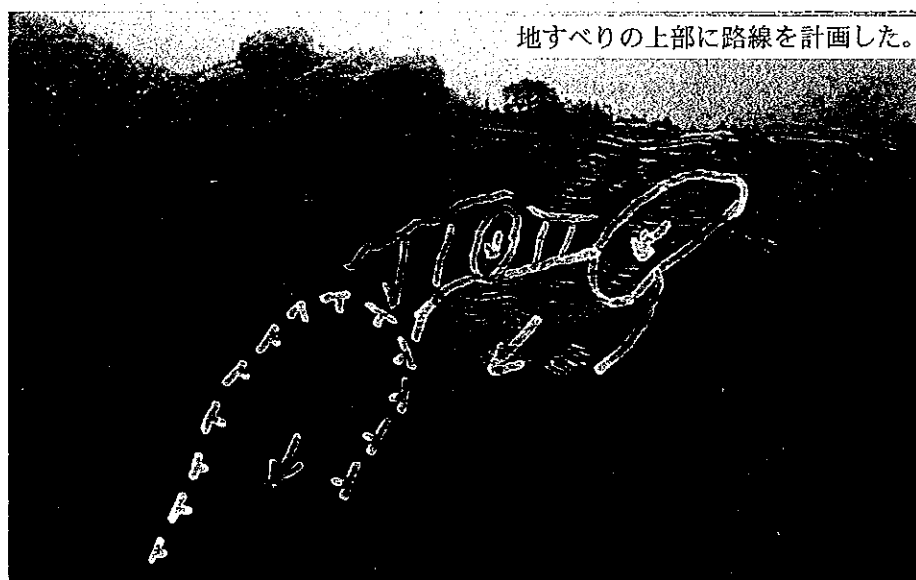


写真 3.4.8 チミン・ダンダ地すべり

(5) ドウングレ・バンジャン地すべり

【地形地質】

標高 1200m に位置する緩斜面の北側斜面である。斜面勾配は、約 20～30 度である。地形的には、全体として、緩い地すべり地である。地質は泥質片岩、石灰質片岩、砂質片岩から構成される。

【地すべりの規模】

この地区には、3 ブロックの地すべり地形が分布する。

A 地すべり 長さ 200m、幅 100m、厚さは 13m 程度の地すべり。

B 地すべり 長さ 100m、幅 100m、厚さは 13m 程度の地すべり。

C 地すべり 長さ 80m、幅 50m、厚さは 6m 程度の地すべり。

【地すべりの活動性】

3 ブロックの地すべりのうち、A 地すべりは、滑落崖が不明確で古い地すべりであり、B 地すべりは滑落崖および側面部も不明確で活動的ではない。C 地すべりは、1993 年の豪雨で長さ約 80m、幅約 50m、深さ約 6m の地すべりが発生し、そのうち、南側の三角形形状のブロックが残留している。その残存部は長さ約 30m、幅約 50m、厚さ約 4m である。

【道路建設上の問題】

ルートは A 地すべりと B 地すべりに対して、道路は頭部を切土どて通過するので安定側となる。しかしながら、C 地すべりに対しては、計画線形が地すべりの末端部付近、および、頭部を通過することになる。C 地すべりについては、1993 年の地すべりもふくめて、地すべり頭部を排土する道路線形計画をおこなう必要がある。なお、この地すべりには、背後斜面に膨らんだ斜面があるので、この地区も含めて切土する必要がある。なお、周辺には砂質片岩が露出し、地すべりの影響がさらに上部斜面に及ぶ可能性は少ない。

【対応策】

地すべり頭部の排土を行う。



写真 3.4.9 ドウングレ・バンジャン・地すべり

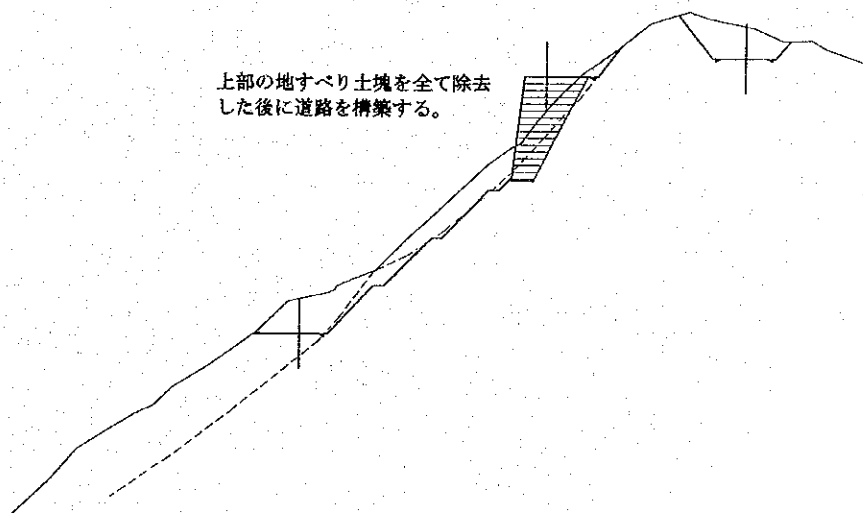


図 3.4.10 ドウングレ・バンジャン・地すべりにおける道路計画

## (6) シンズリ・ガリ大崩壊

### 【地形・地質】

シンズリ・ガリ大崩壊は、マハバラットの脊梁部付近から派生する凸型斜面の南側翼部に位置する。この崩壊は、尾根線の約 20m 下方(標高 1540m)を頭部域とし、標高 1300m を末端域として北東斜面に発生している。末端は幅約 20m のガリ谷と連続し、頭部域が末端域に比較し、広い崩壊範囲を有する形状特性を有する。ガリ谷は末端域で二つに分割し、左支川は山頂まで侵食力が発達し、山頂部の滑落崖へと連続する。右支川は崩壊中央部で停止し、幅約 50m、長さ約 70m の規模で、人頭〜こぶし大の岩屑を形成する表層崩壊が生じている。地質はビンペディ層群の片麻岩である。

### 【崩壊の規模】

崩壊は標高 1540m から 1300m で、長さ 200m に及び、幅は約 170m に及んでいる。平均崩壊層厚は約 60m で崩壊土量は約 90 万 m<sup>3</sup> に及ぶ。

### 【崩壊の原因】

1986 年および 1994 年の写真の判読によると、1993 年 7 月の生起確率 50 年の雨量(日降雨量 Max. 403mm, 月間量 1193mm)でも、右斜面の滑落崖部の表層斜面が 20~30m の幅で後退拡大しているが、山体規模の崩壊の発生は認められない。このことは、生起確率 50 年の雨量では、容易に規模の大きい崩壊につながらなかったことの証左である。したがって、崩壊発生の原因は、1934 年のダンクッタ地震と推定できる。これは住民の証言とも一致する。

### 【道路建設上の問題】

道路計画線形は、ほぼ里道に沿って、この崩壊を横断する。迂回案としてシンズリ・ガリ鞍部から南側斜面を大回りする案が考えられるが、森林区間を、同様な地形・地質の分布域で、崩壊地形も分布する箇所を約 10Km 延伸するものであり、確実性、および、経済性の面から採用できない。

計画線形がこの崩壊を横断する場合、以下の 2 点の問題がある。

- 道路建設時 : 崩壊地に分布する尾根には、崩壊時やその後の活動により、圧縮運動が作用している。このため、この尾根への土工は、尾根の崩壊を誘発する可能性がある。
- 維持管理時 : 道路供用時に降雨があると、尾根の両翼に分布するガリから落石や土砂が流出し、通行車両への支障、道路路体の欠損などを引き起こす可能性がある。

### 【対処方針】

恒久的な崩壊対策として崩壊頭部の土塊を1/3程度の排土するのが望ましい。しかしながら、アクセスの悪い急峻な斜面での数十万 m<sup>3</sup> 排土する大規模土工事は現実的なものとはいえない。現実的な対策として、生起確率50年の雨量でも大規模な崩壊が生じていないことに着目し、以下の方策によりこの崩壊地を通過する。

- a) 新たな崩壊の誘発を避けるために、崩壊地を切土しない。とくに、ガリ地形に挟まれた尾根地形への切土は確実に避けるとともに、適切な落石対策を施す。
- b) 道路は、崩壊地下部の露岩を基礎とするガビオン擁壁を持つ盛土主体の構造とする。
- c) ガリ地形横断箇所については、待受擁壁や他の施設を配置する。
- d) 道路線形を低規格な内容としても、a)からc)の対策を優先する。

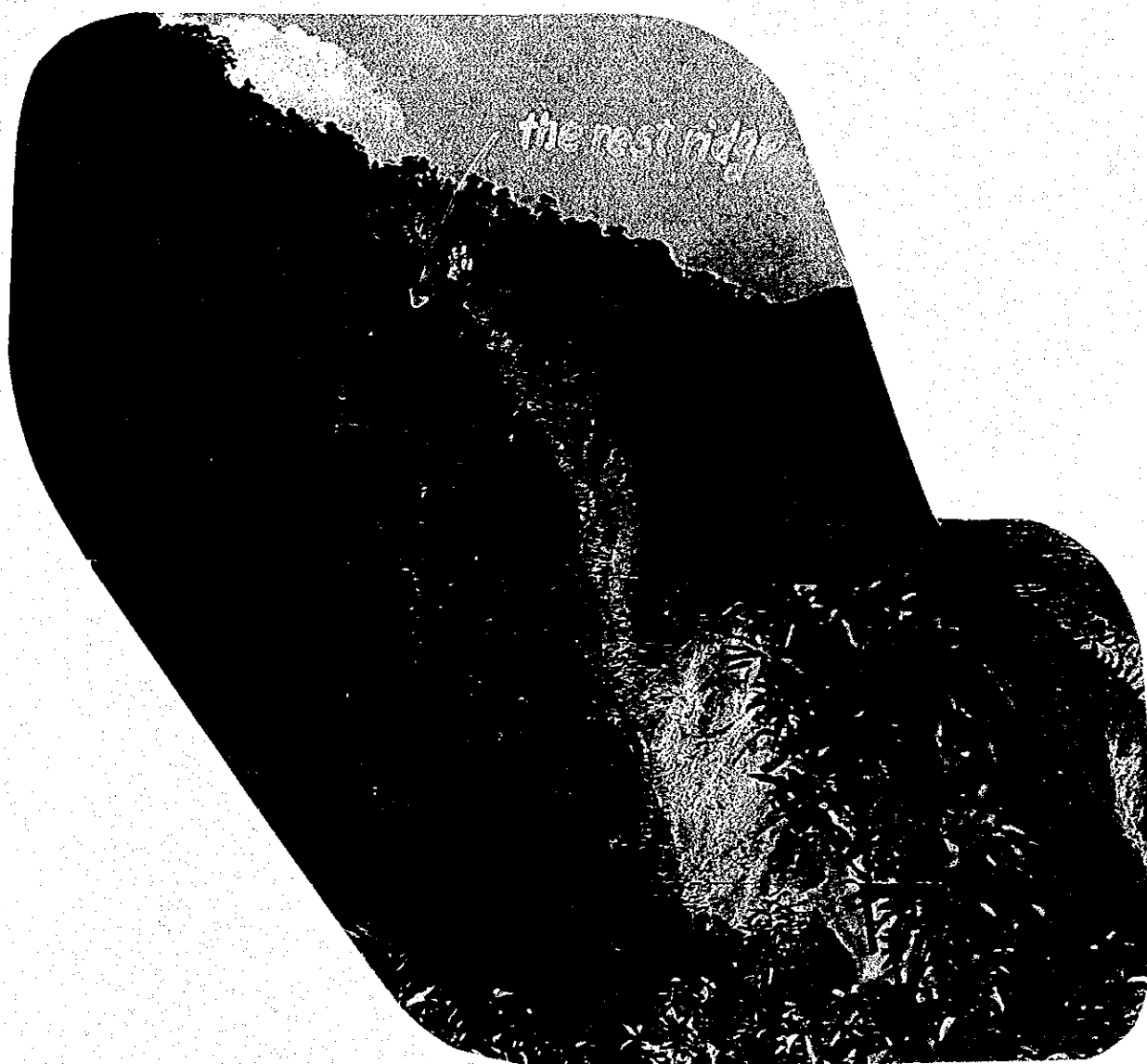


写真 3.4.10 シンズリ・ガリ大崩壊区間

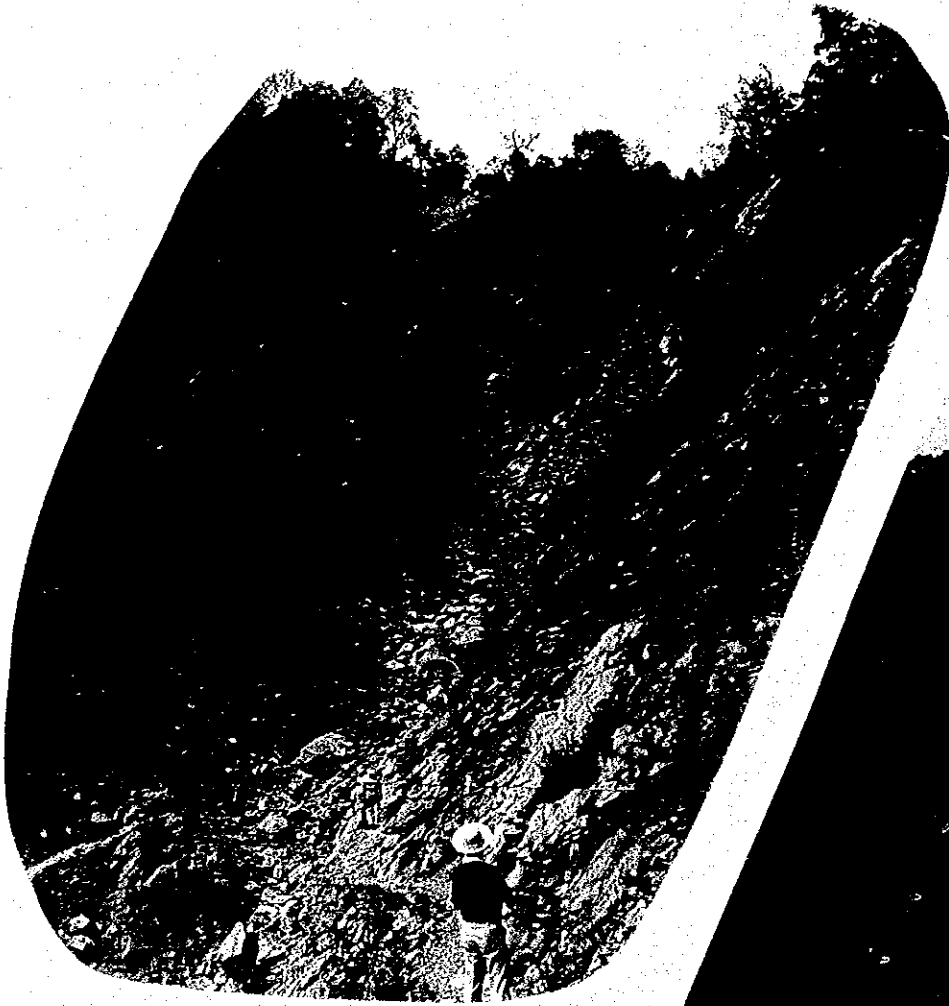


写真 3.4.11 ガリ浸食部分

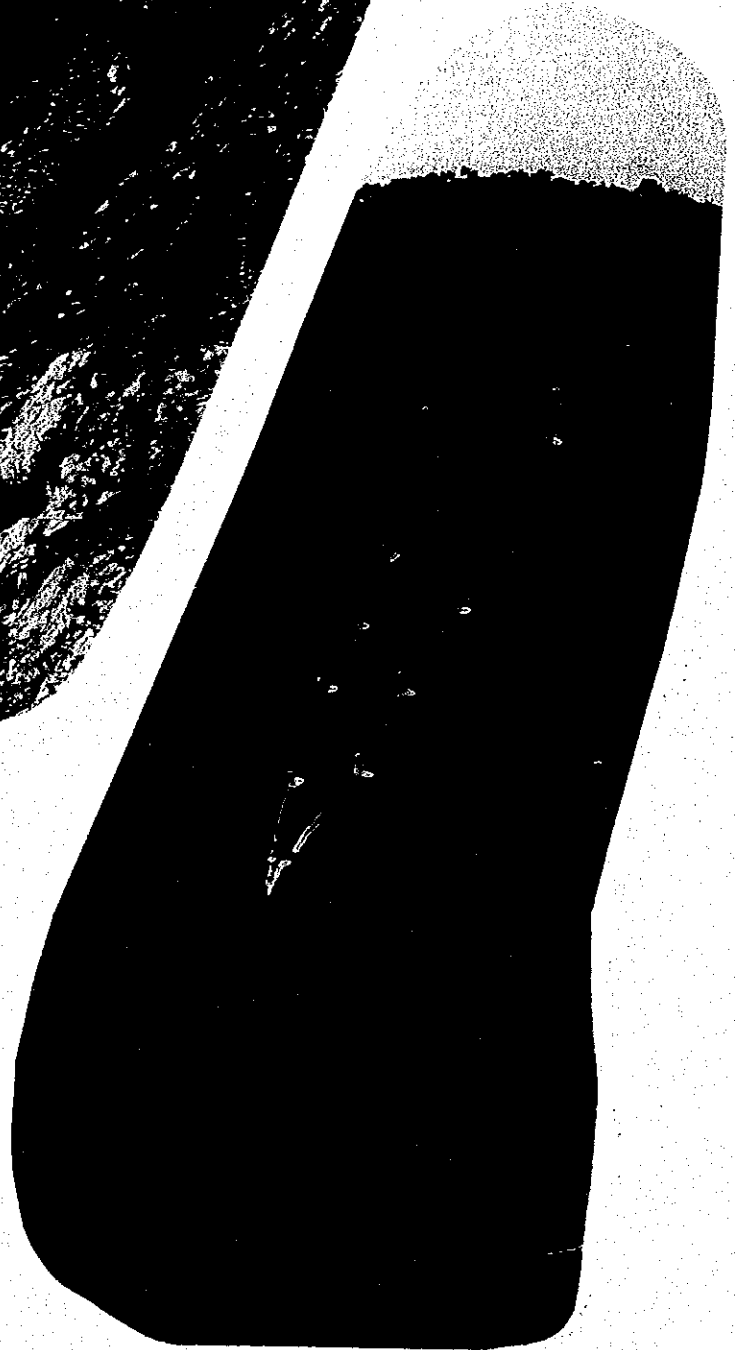
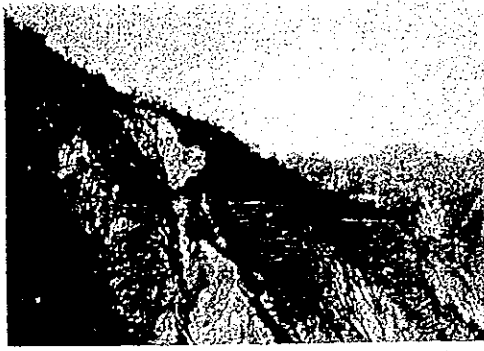


写真 3.4.12 シンズリ・ガリ大崩壊空中から撮影



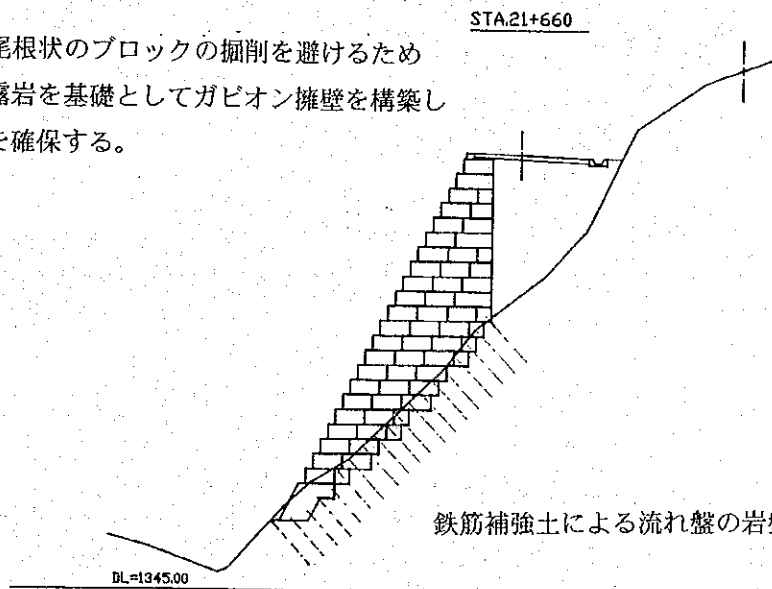
1986年撮影



1994年撮影

写真 3.4.13 1986年、1994年の崩壊の状況

中央部の尾根状のブロックの掘削を避けるため  
沢下部の露岩を基礎としてガビオン擁壁を構築し  
て道路幅を確保する。



上部には待ち受け擁壁を兼ねた落差工を設ける。

鉄筋補強土による流れ盤の岩盤の安定化を図る。

図 3.4.11 シンズリ・ガリ大崩壊区間の道路計画

## (7) スタルチャップ・ダнда・ジグザグ

### 【地形地質地】

標高 1400mの開析平坦面を頭部域とする南東向き斜面に位置する巨大地すべり地形である。地すべりは、不明瞭な馬蹄形状の段差地形とそれに続く平坦面および末端の膨らみ地形など、地すべり特有の地形を呈す。地質は片麻岩からなる。

### 【地すべりの規模】

地すべりは、幅約 500m、長さ約 600m の規模に達している。さらにこの地すべりは、13 から 14 の地すべりに分化している。

### 【地すべりの活動性】

この地すべりは、以下のような特徴がある。

- ・ 滑落崖面は小さな沢により開析されている。
- ・ 滑落上部がラウンディングされている。
- ・ 地質は片麻岩から構成される。
- ・ 滑落崖下部は侵食が進み、この侵食土の堆積によって段差形状が不明確である。
- ・ 地すべりブロックを境する沢の侵食が進んでいる。
- ・ 地元住民からの聞き取り調査によると、家屋のクラックは 1988 年のダラン地震 (M6. 6) によるもので、地すべりに起因したクラックはない。
- ・ 地すべり末端の溪流には樹齢 50 年以上の立木 (菩提樹) があり、侵食現象が認められず、安定している。
- ・ 湧水が原因と思われる小規模な表層地すべり、地すべりの滑落崖部分で 2 次的な小すべりが発生しているものの、これらの地すべり発生によっても全体の地すべりは安定している。

### 【道路建設上の問題】

路線は、緩傾斜の地すべり地形を利用して、ジグザグを繰り返し、道路標高を下げている。地すべりは相当に古く、土工による影響はほとんど無いと考えられる。ただし、下流ブロックには局所的に小規模の地すべりが存在するので、特に 3 箇所道路線形上対応策が必要である。地すべり地内の沢や溪流に構造物を設置し、土工により発生した土砂を埋め戻すなどして、末端部、側面部の侵食が進行しないように、安定化を図る必要がある。地すべり地内に地表面排水路を設置し、道路や斜面を通じ流入した地表水や湧水を速やかに地すべり地外に排水する必要がある。



【対処方針】

- 小規模地すべりの頭部への盛土を極力小さくする。
- 末端谷部を土捨て場として盛土することにより地すべりの安定化を図る。
- 地すべりの中央部にある沢を全面的に改修して路面排水を速やかに末端の谷へ排水する。

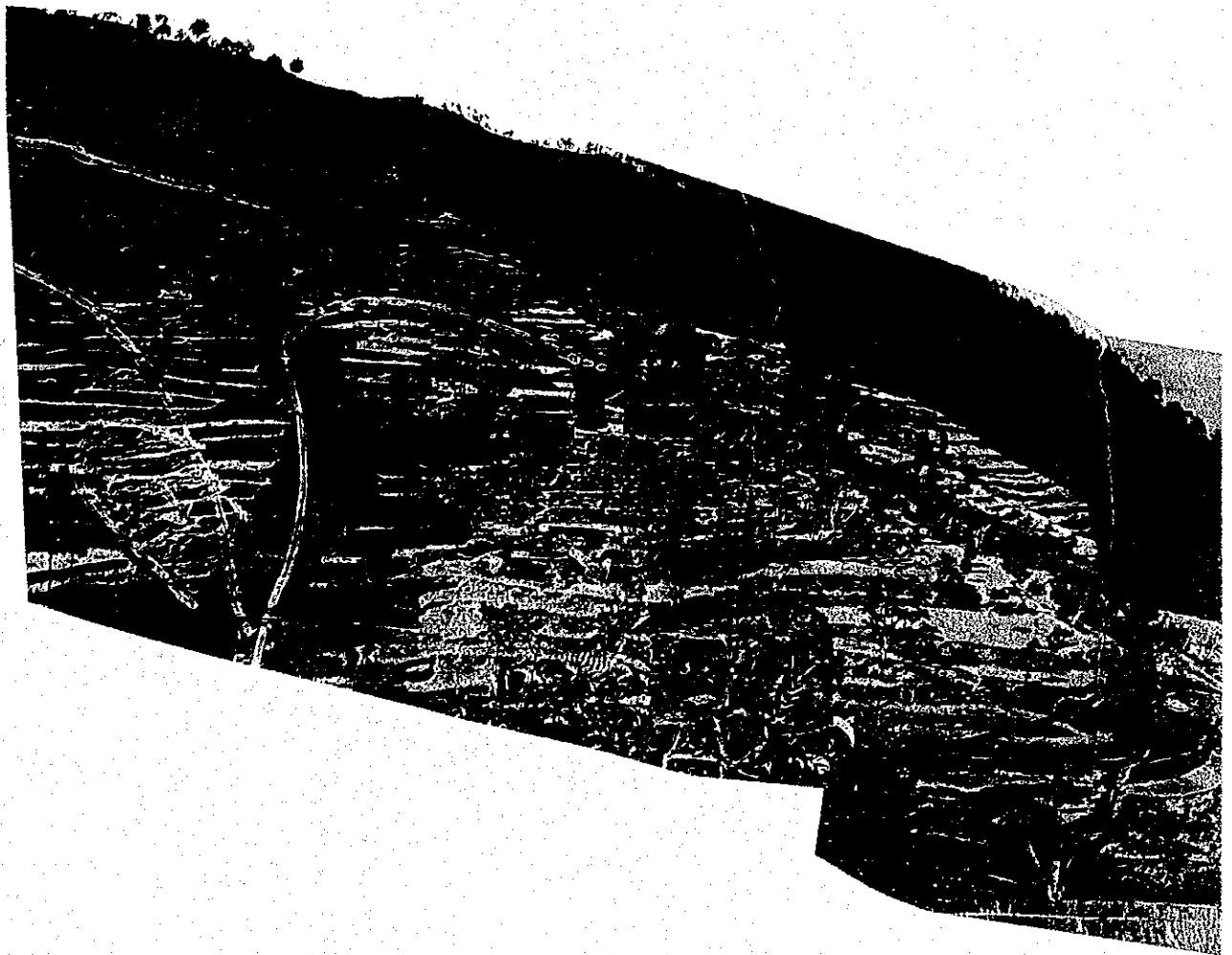


写真 3.4.14 スタルチャップ・ダンダ・ジグザグ区間

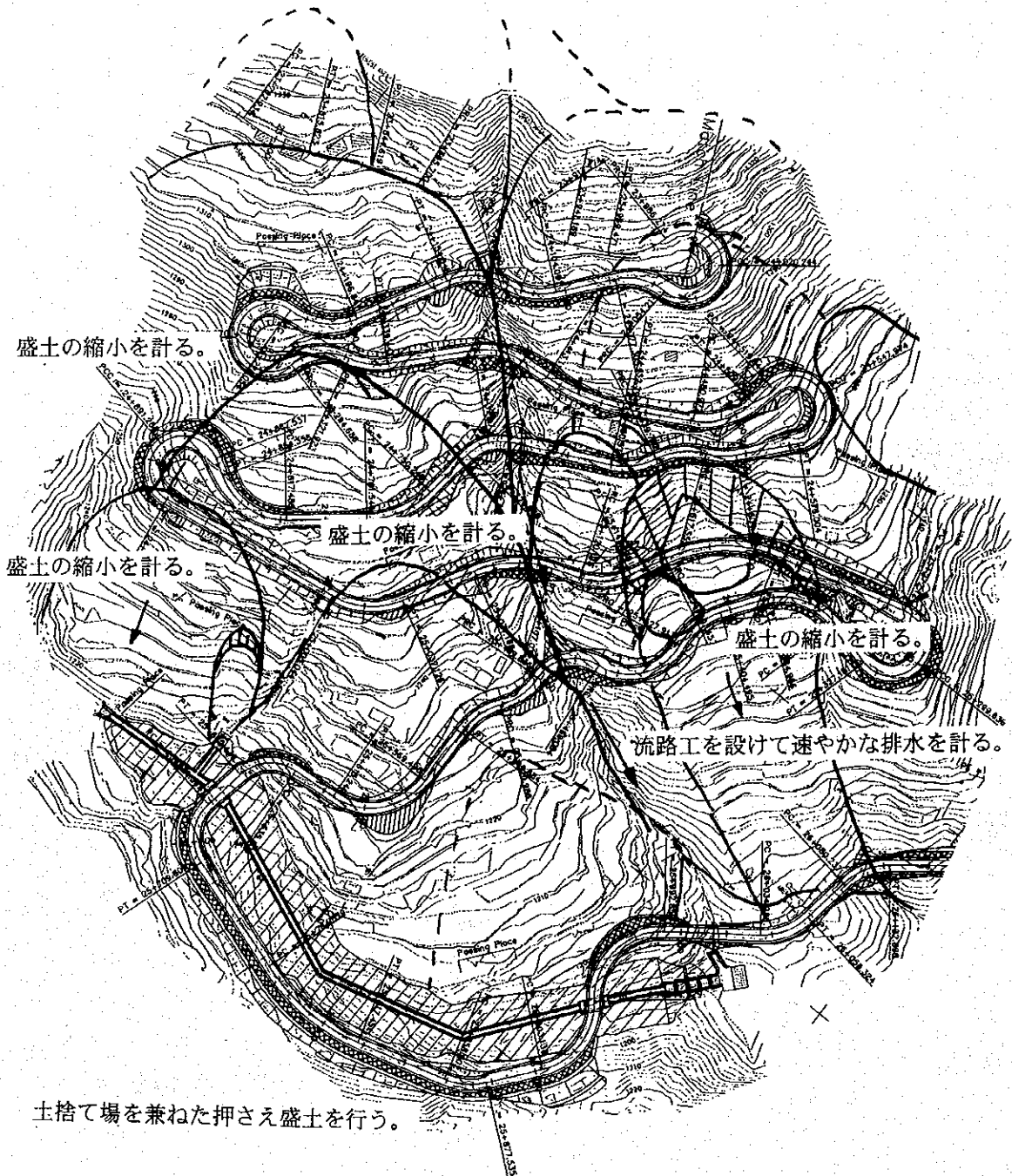


図 3.4.12 スタルチャップ・ダング・ジグザグ区間の道路計画

(8) バラ崩壊

【地形・地質】

標高約 910m の尾根付近から北側斜面に位置する。斜面勾配は約 45～50 度の急斜面である。地質はカコウ岩質片岩である。

【崩壊の規模】

崩壊の当部は尾根付近まで達し、長さ約 50m、幅約 30m で、崩壊深さ約 5m である。崩壊の形状は頭部がほぼ円形で、下部はガリーをなす無花果状である。

【崩壊の活動性】

この崩壊の原因は、地表水の地下浸透やその湧出による侵食であると考えられる。しかし、基盤岩のカコウ質片岩が露出しているため、今後の大きな崩壊の発生は考えにくい。

【道路建設上の問題】

計画線形は、この崩壊の下端面のガリ谷部を通過する。このため、建設時や供用時に支障を来す可能性がある。

【対処方針】

道路山側に待ち受け壁を建設して落石を受けるポケットを設ける。



写真 3.4.15 バラ崩壊頭部

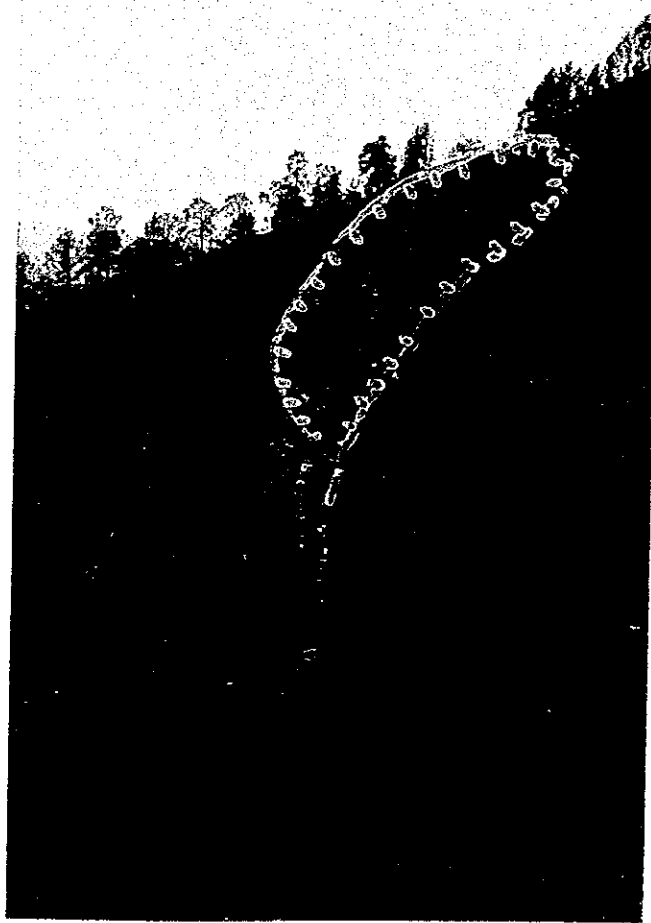


写真 3.4.16 バラ崩壊区間

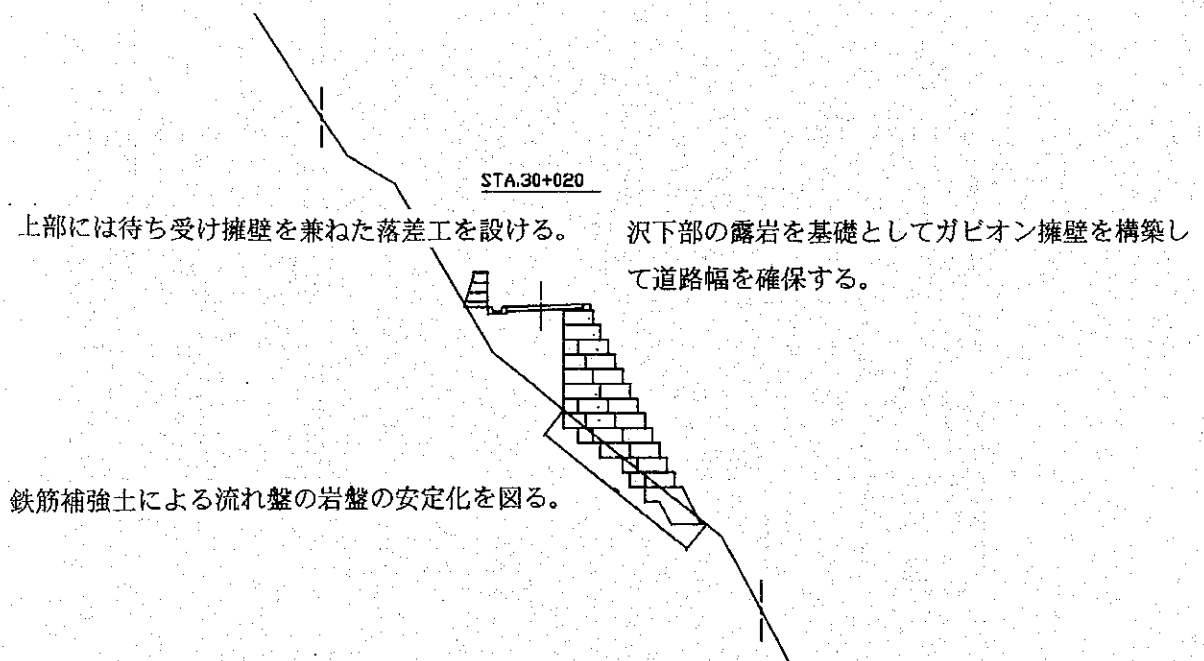


図 3.4.13 バラ崩壊区間の道路計画

### 3.4.10 高盛土

ピラルバンジャン・ジグザグ区間は狭く細長い谷間を 22 段の盛土を行って通過する。この箇所には各小段に排水路、縦溝を設置する他、図のような排水処理を行って盛土の安定を計る。

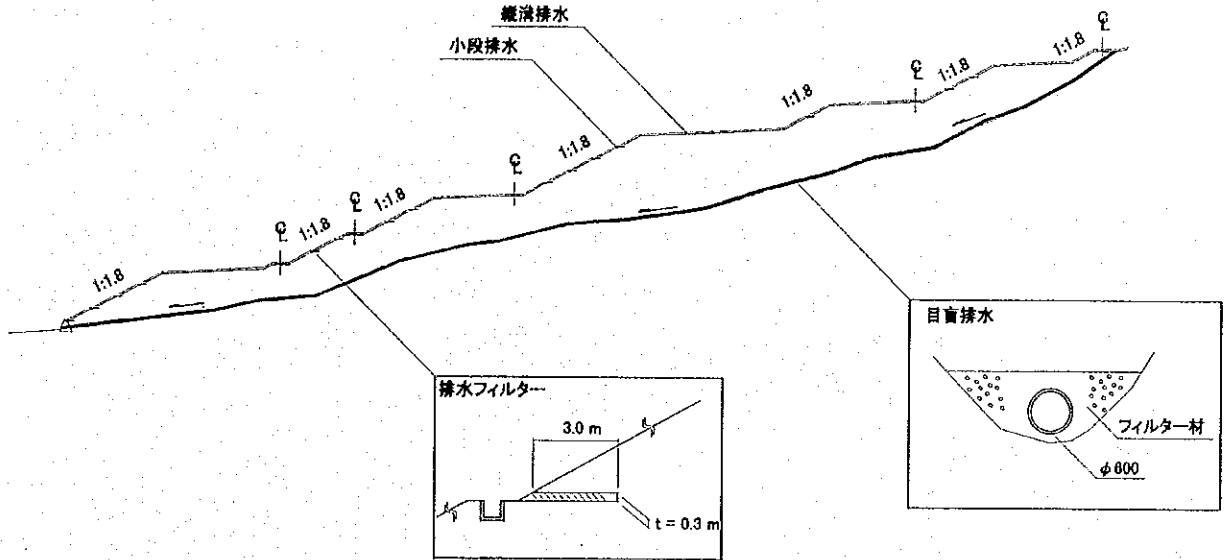


図 3.4.14 高盛土での排水処理

### 3.4.11 長大切土のり面

ヘアピンカーブ区間において、勾配 1:0.3 から 1:0.5 で 30m 以上に達する切土のり面が生ずる。のり面の地質は古生代からプレカンブリア紀の泥質片岩、石灰質片岩、片麻岩、花崗質片岩である。キレツの多い地層であることから、風化の進行に伴う小崩壊に対処する鉄筋補強土工を施工したうえ表面にコンクリート吹付工を施す。

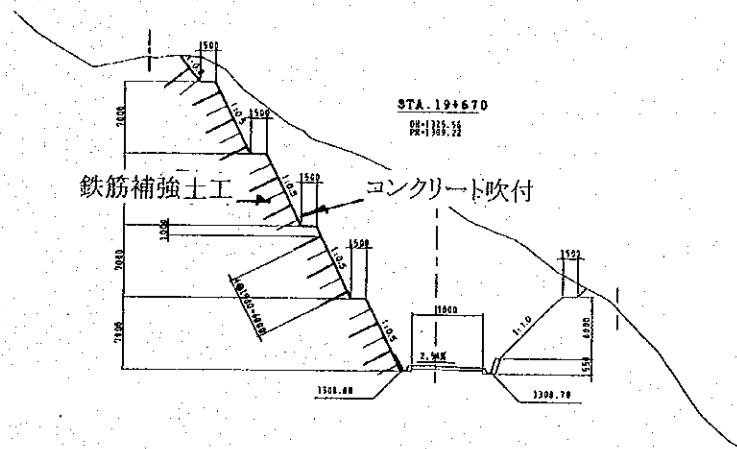


図 3.4.15 長大切土のり面処理

3.4.12 護岸工

グワング川、アンデリ川沿いの区間には図 3.4.16 に示すガビオンの根固工を施した練石張工による護岸工を設ける。

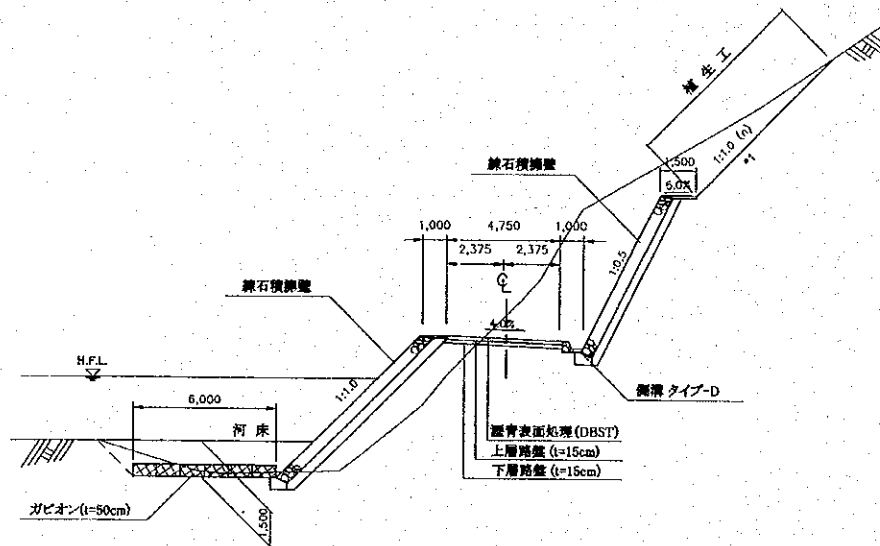
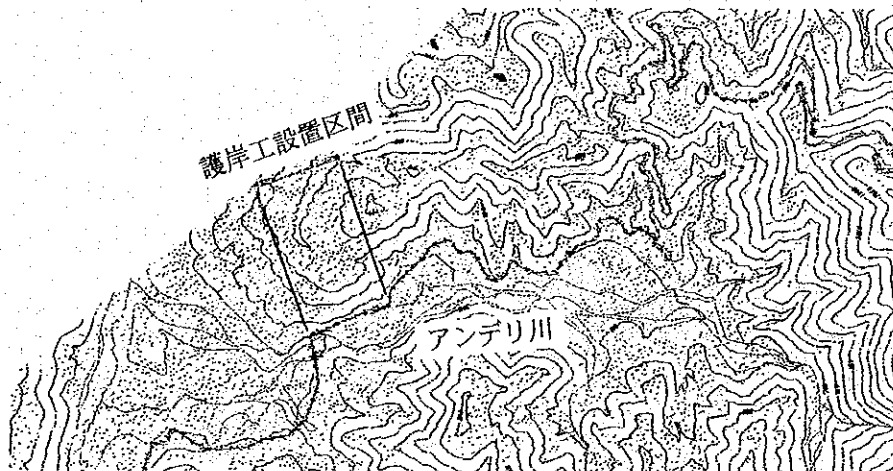
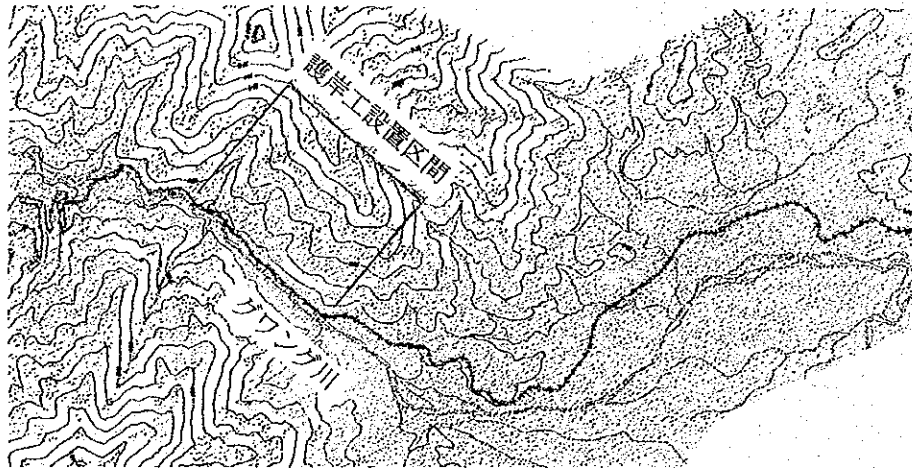


図 3.4.16 グワング川、アンデリ川沿いの護岸工設置位置と標準断面

### 3.4.13 土捨て場

残土処理のため以下に示す4地区に土捨て場を設ける。

- シンズリ・バザー : 約 173,000m<sup>3</sup>
- ピバルバンジャン地区 : 約 184,000m<sup>3</sup>
- スタルチャップ・ダンダ地区 : 約 35,000m<sup>3</sup>
- バラ地区(2箇所) : 約 11,000m<sup>3</sup>

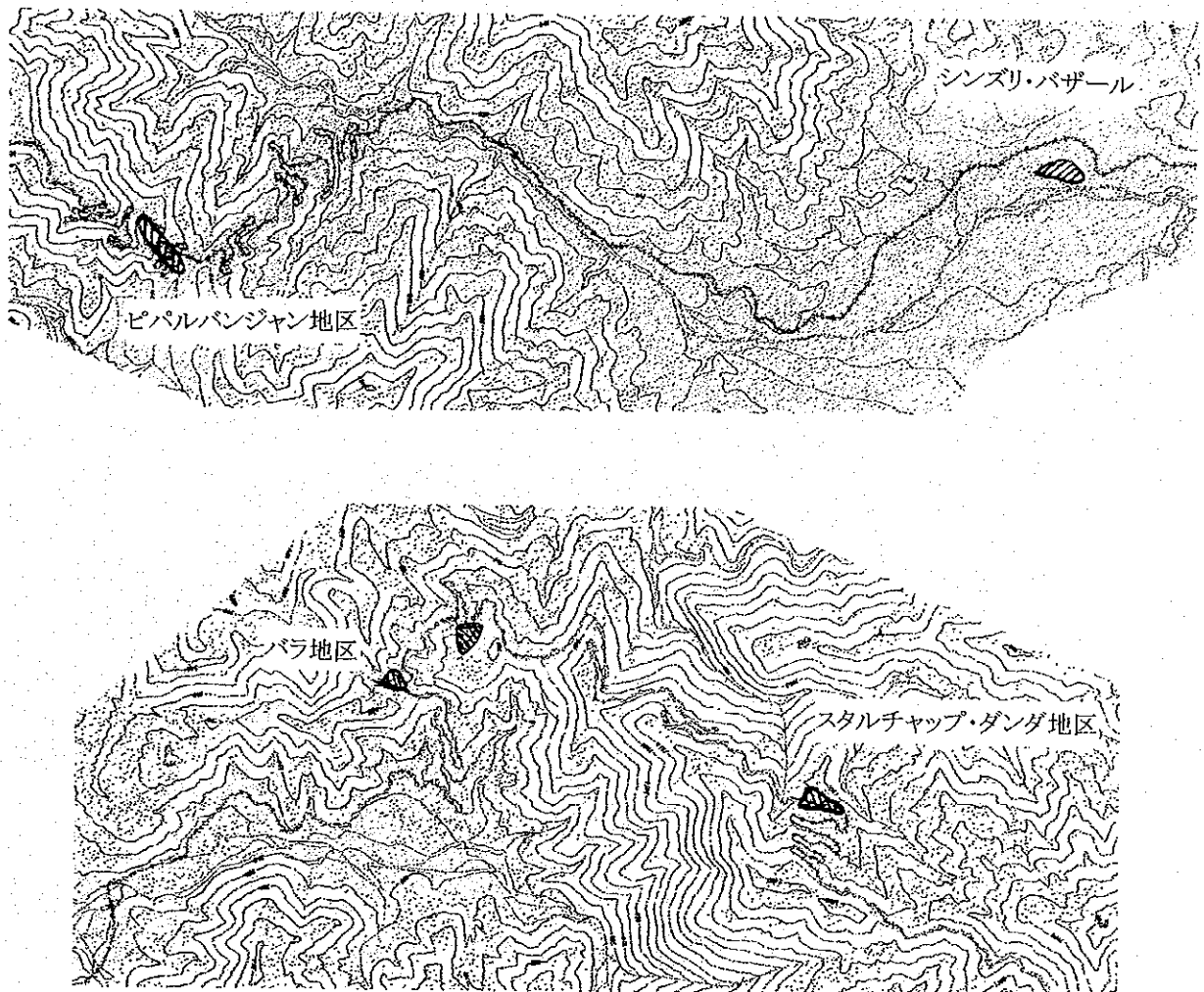


図 3.4.17 土捨て場予定地

### 3.4.14 交通安全施設、規制案内標識工

#### (1) 交通安全施設

以下の要領により交通安全対策を目的とした視線誘導柱、ガードブロックを設置する。

- 一般区間 : 曲率に応じた間隔で視線誘導柱を設置する。
- 谷側に凸型となる屈曲区間 : L型のガードブロックを1mの間隔をおいて設置する。
- 橋梁等で幅員が縮小する箇所 : 車道両側に幅員の減少を示すブロックを50mの間隔を置いて設置する。

#### (2) 規制案内標識工

Traffic Signs Manual, Traffic Engineering and Safety Unit Design Branch, Department of Roads, HMG/N に準拠して以下の規制案内標識を設置する。

標識名	標識記号
<b>【規制標識】</b>	
Use of horn	A21 (to be modified)
Maximum speed	A22 (to be 20 kmph)
<b>【警告標識】</b>	
Crossroads	B1
Side road right (Left)	B3
Staggered junction	B4
T Junction	B5
Sharp bend to the right (Left)	B10
Hairpin bend to right (Left)	B11
Double bend first left (Right)	B12
Sharp change of direction	B13
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
Dangerous dip	B34
Narrow bridge	B35
Delineator post	B48
<b>【案内標識】</b>	
Passing place	C4 (to be modified)
Bus-stop	C17



### 3.4.15 バスストップ

図 3.4.18 に示す、主要な集落のある 12 箇所に、30m の延長で、道路幅員を 6.5m まで片側に拡幅したバス停を上下線用に設ける。

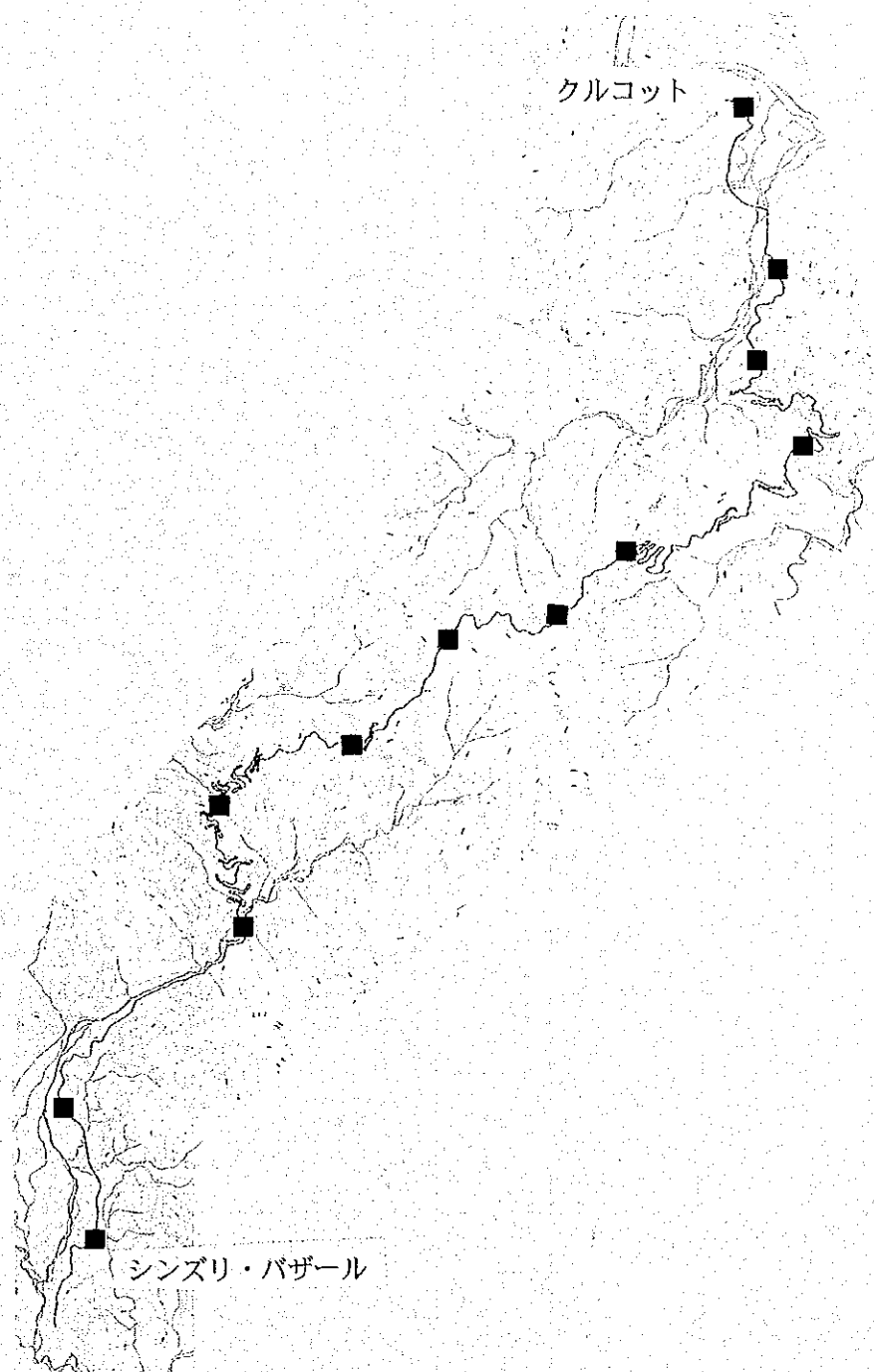


図 3.4.18 バス停計画位置