

2-2-2-2 対象サイト周辺の地形

道路防災対策の必要箇所は、アンゴストゥーラより 1km 程度パリサーダ側に向かった KP.445km (現地道路距離呈) 付近からパリサーダ側の KP.310km 付近までの約 135km の間のアンデス山脈内に位置している。

以下、各区間の地形・地質概要を示す。

(1) KP.445km～KP.405km (40km)

KP.445km 付近から KP.415km 付近は、アンデスの造山運動により形成された複雑な地形の間に位置し、KP.445km 付近の標高約 700m より KP.405km 付近の標高約 1300m の峠に向け常に上り勾配で、平行して流れる河川の勾配も 1/100～1/50 程度と急峻である。対象区間の中で最も斜面災害の発生しやすい地域であり、大規模で急峻な崩壊斜面が多く、道路防災対策の必要箇所の半数以上が集中している。これらの斜面は、褶曲作用を受け複雑でもろい地質と、急峻な河床勾配や蛇行による早い河川浸食により形成されたものと考えられる。この区間には、本無償資金協力対象箇所の 07-02、07-03、07-11 地区 3 箇所が含まれている。

なお、KP.445km 付近から KP.415km 付近の間の道路は河川の側近に位置しているが、KP.415km 付近から KP.405km 付近の間は急峻な谷地形により河川の側近から比較的なだらかな山腹斜面上にシフトしており、山側切り土斜面の斜面崩壊の可能性は比較的低いが、11-03 地区のように崩壊した土砂を谷川に盛土した部分が崩壊する可能性がある。

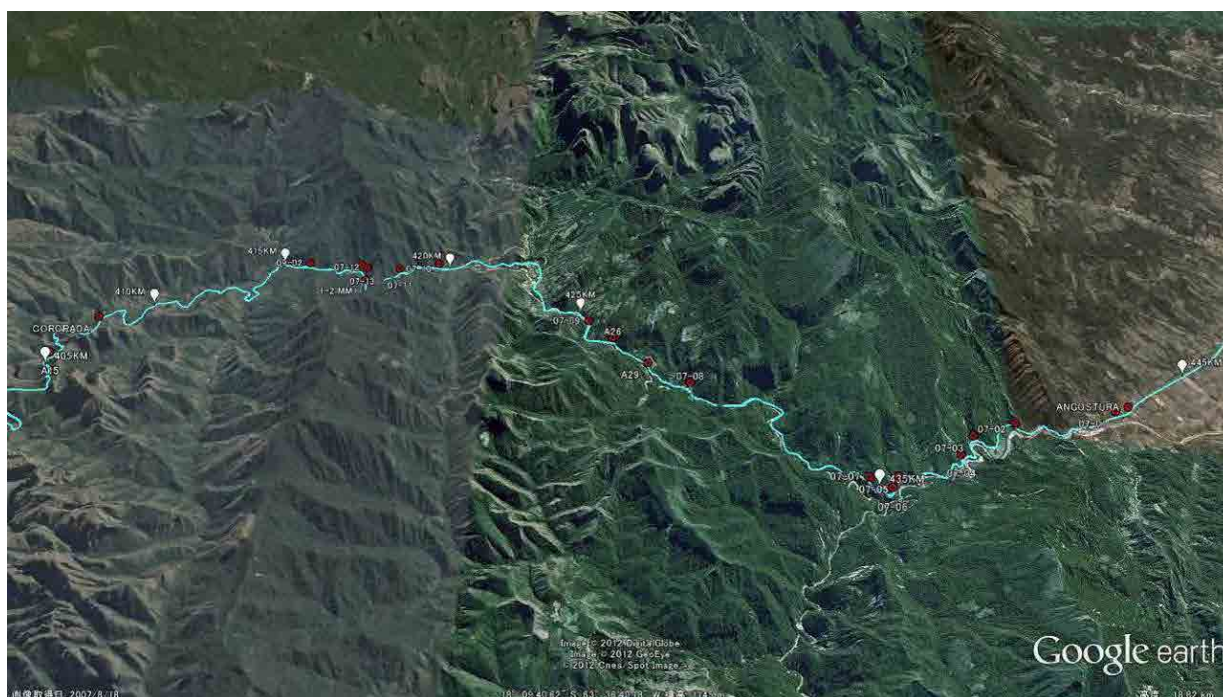


図 2-16 KP.445km～KP.400km 付近の地形

(2) KP.405km～KP.390km(15km)

道路の勾配が緩い区間で、平行するアチ川もなだらかな河川であり、大規模な斜面はなく、比較的安定した区間である。07-14、07-15 地区の道路防災対策の必要箇所があるが、その規模は小さい。

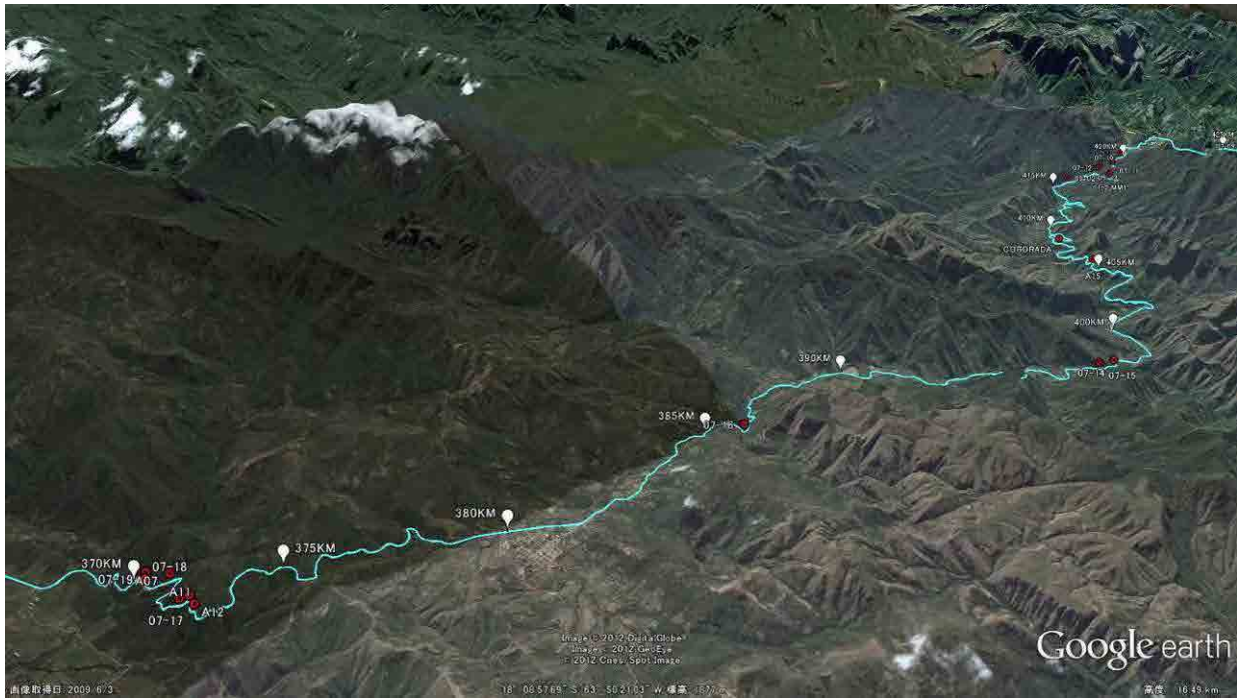


図 2-17 KP.420km～KP.370km 付近の地形

(3) KP.390km～KP.385km(5km)

サマイパタを中心とした台地部に向けて 5km で約 200m 登る急峻な勾配の区間である。しかし、道路に平行するサマイパタ川の河川流域面積が少なく河川浸食の影響も小さいことから比較的安定した区間となっている。KP.388km 付近でアチ川が道路と交差しているが、この河川は、標高 2000m 級の山から標高 1400m 付近の道路までを約 5km で流れ落ちる極端に急峻な河川であり、この影響で 07-16 地区等の不安定な斜面が形成されている。

(4) KP.385km～KP.375km(10km)

サマイパタを中心とした台地上に位置し道路の勾配が緩く、切り土等斜面がほとんどない安定した区間である。

(5) KP.375km～KP.370km(5km)

サマイパタを中心とした標高 1700m 程度の台地とマイラナを中心とした標高 1400m 程度の沖積平野（地溝帯による平野の可能性もある。）が急変する箇所、激しい褶曲作用により大規模な斜面崩壊を形成している。この区間には、本無償資金協力対象箇所の 07-18、07-19 地区 2 箇所が含まれている。

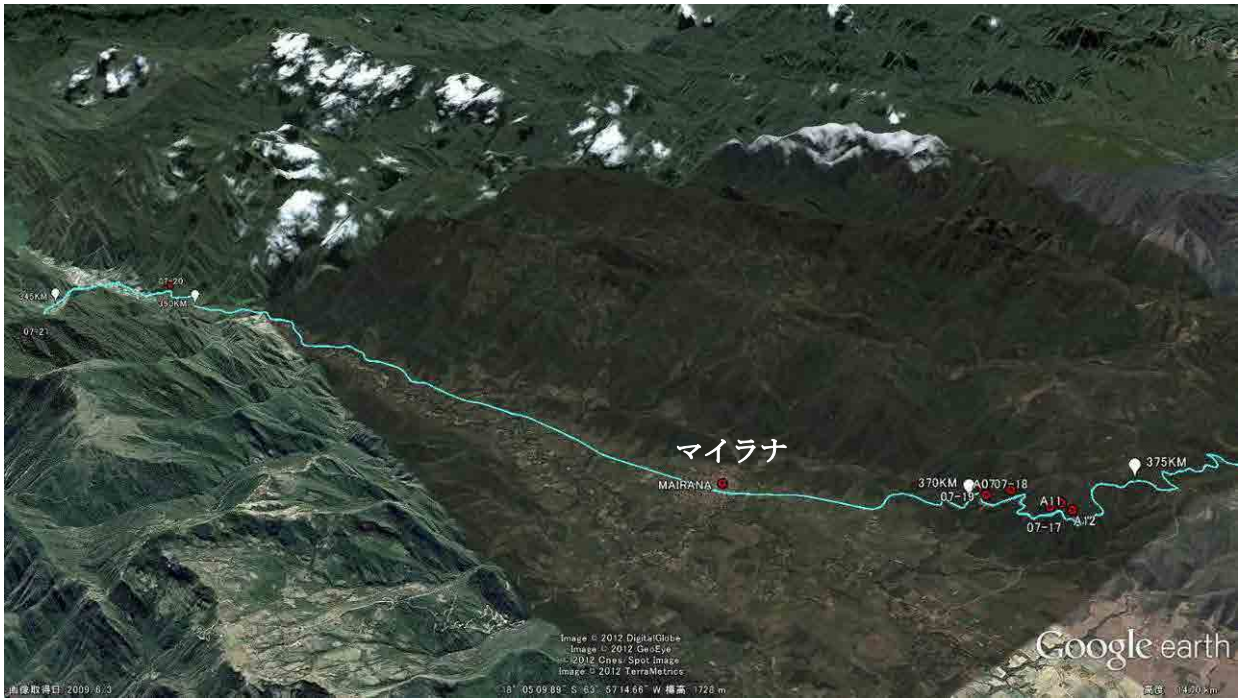


図 2-18 KP.375km～KP.345km 付近の地形

(6) KP.370km～KP.350km(20km)

マイラナを中心とした平野を通過する区間で、切り土等の斜面はほとんどない。07-20 地区は、民地への影響を避けるため道路を山側に線形改良したため不安定な斜面が形成されたと考えられる。なお、07-20 地区は、スレーキングの激しい岩により不安定化している。

(7) KP.350km～KP.310km(20km)

勾配が 1/100～1/150 程度の比較的急峻な河川に沿って道路が通過している。この河川は若干の堆積作用があり狭い谷底平地が形成されている。浸食作用はそれほど大きくなく大規模な不安定斜面は少ない。07-21 地区は河川が蛇行するため道路を山側に設置する必要があり、やや無理な切り土が行われた結果不安定化したものと考えられる。07-23 地区は浸食の影響を受けやすい特殊な砂岩であり、表面より蜂の巣状に浸食が進みこれが亀裂発生とともに連続化して崩壊したものと考えられる。



図 2-19 07-23 地区の浸食した岩

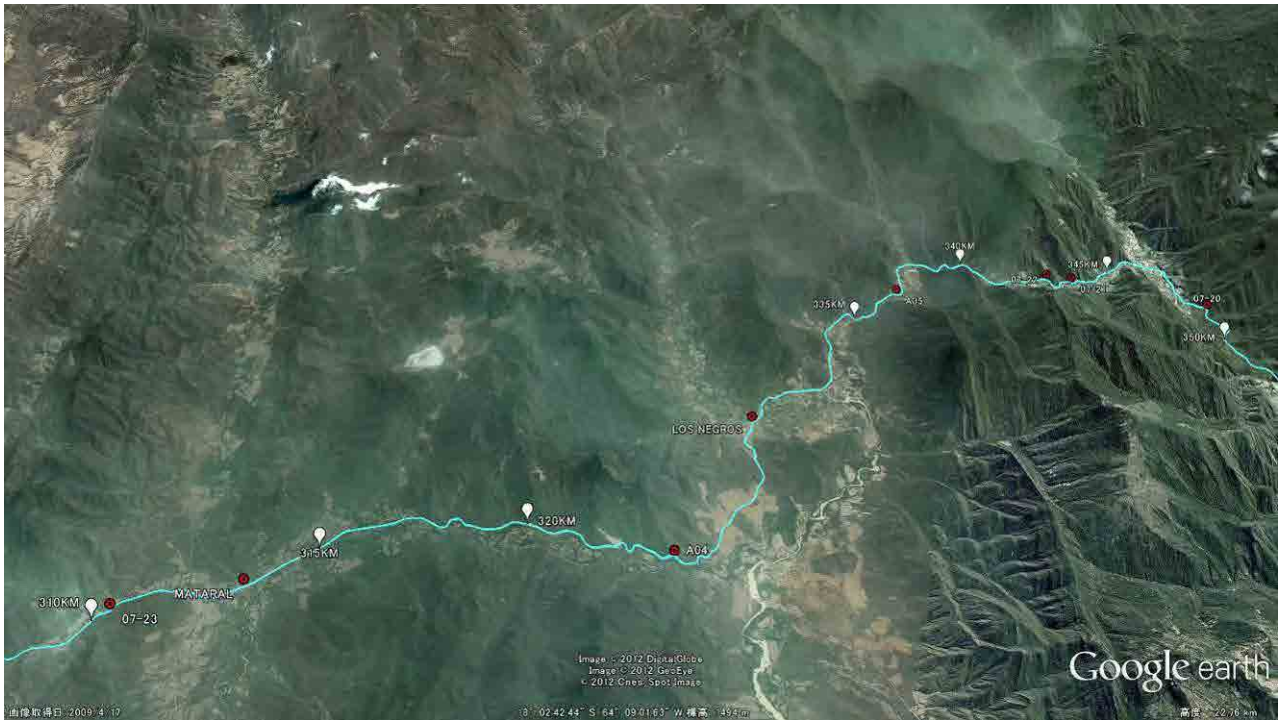


図 2-20 KP.350km～KP.310km 付近の地形

2-2-2-3 物理探査

(1) 物理探査実施箇所

電気探査、表面波探査による物理探査は以下の地区において実施した。それぞれの地区における調査項目と目的は以下のとおりである。

表 2-14 物理探査実施の目的

地区名	物理探査実施の有無	調査の可否／目的
07-02	-	岩盤斜面が急崖で路側付近まで露出しており、物理探査には不適である。不安定岩塊については目視調査と斜めボーリングによって確認することとした。
07-03	○	土石流を発生する河道の流末付近であり、現道付近にボックスカルバート等の横断構造物を計画する必要があったので、道路延長方向の地質状況を物理探査によって確認することとした。ダム軸付近は基盤岩が露出しており不適である。
07-11	○	対象範囲には流動性をもった堆積物が堆積した履歴があり、その層厚・分布範囲を確認する目的で物理探査を実施した。ボーリング調査との併用によって分布範囲、層厚を特定することとした。
07-18	○	対象地区は斜面の特性から5区間に区分されるがこのうち表層崩壊に起因して斜面が堆積物に覆われている地区を対象に物理探査を実施した。ボーリング調査との併用によって分布範囲、層厚を特定することとした。
07-19	-	岩盤斜面が路側付近まで露出しており、物理探査には不適である。不安定岩塊については目視調査と斜めボーリングによって確認することとした。

表 2-15 に本調査で実施した物理探査（電気探査、表面波探査）の一覧を、図 2-21～図 2-23 に各測線の位置図を示す。

表 2-15 物理探査実施数量

測線名	仕 様			備考
	測線長(m)	弾性波探査	測線長(m)	
07-03 地区 A 測線	50	受振点間隔 5m 起振点間隔 10m		-
07-11 地区 A 測線	50	受振点間隔 5m 起振点間隔 10m	100	測点間隔 5m 探査深度 10m
B 測線		-	37.5	測点間隔 2.5m 探査深度 10m 電気探査のみ
C 測線		-	37.5	測点間隔 2.5m 探査深度 10m 電気探査のみ
07-18 地区① A 測線	55	受振点間隔 5m 起振点間隔 10m	35	測点間隔 2.5m 探査深度 10m
B 測線		-	35	測点間隔 2.5m 探査深度 10m 電気探査のみ
07-18② A 測線	55	受振点間隔 5m 起振点間隔 10m	35	測点間隔 2.5m 探査深度 10m
B 測線		-	35	測点間隔 2.5m 探査深度 10m 電気探査のみ
計	210		315	



図 2-21 07-03 地区測線設定（弾性波探査のみ）

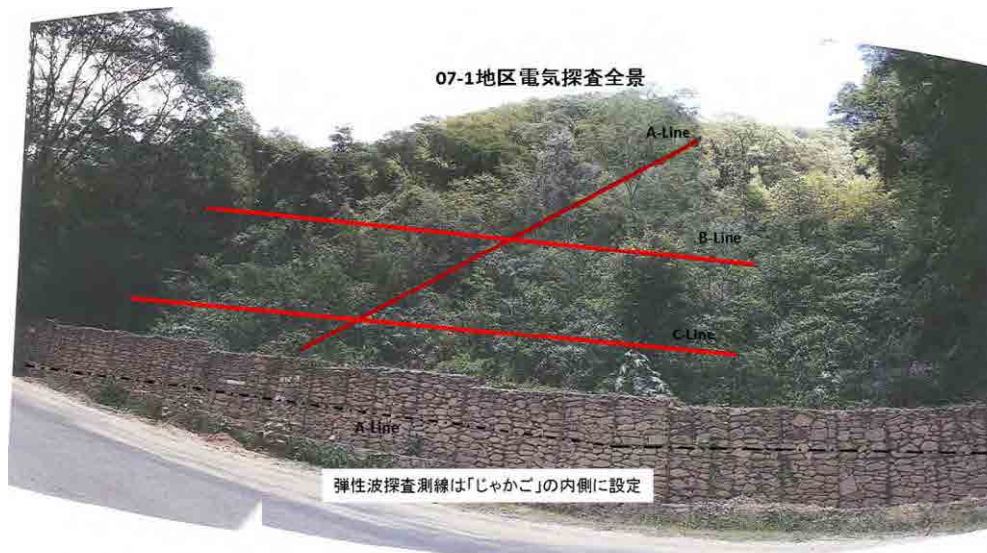


図 2-22 07-11 地区測線設定（電気探査・弾性波探査）



図 2-23 07-18 地区測線設定（電気探査・弾性波探査）



図 2-24 簡易ポケットコンパスによる測線設定状況

(2) 弾性波探査結果

(a) 弾性波探査測定結果

07-03 地区 A 測線

概ね4層構造を示し表層部は0.6km/sec～0.8km/secの層が全体に薄く分布する。特に距離程25m～45m区間は河床に相当しており強風化岩の露頭が見られる部分である。基盤速度は4.4km/sec～4.6km/secを示しており新鮮な岩盤に相当する。また、支持地盤と推定される速度層1.2～1.4km/secは地表から浅いところに分布する。表層部の層厚は概ね1.0～1.5m程度である。

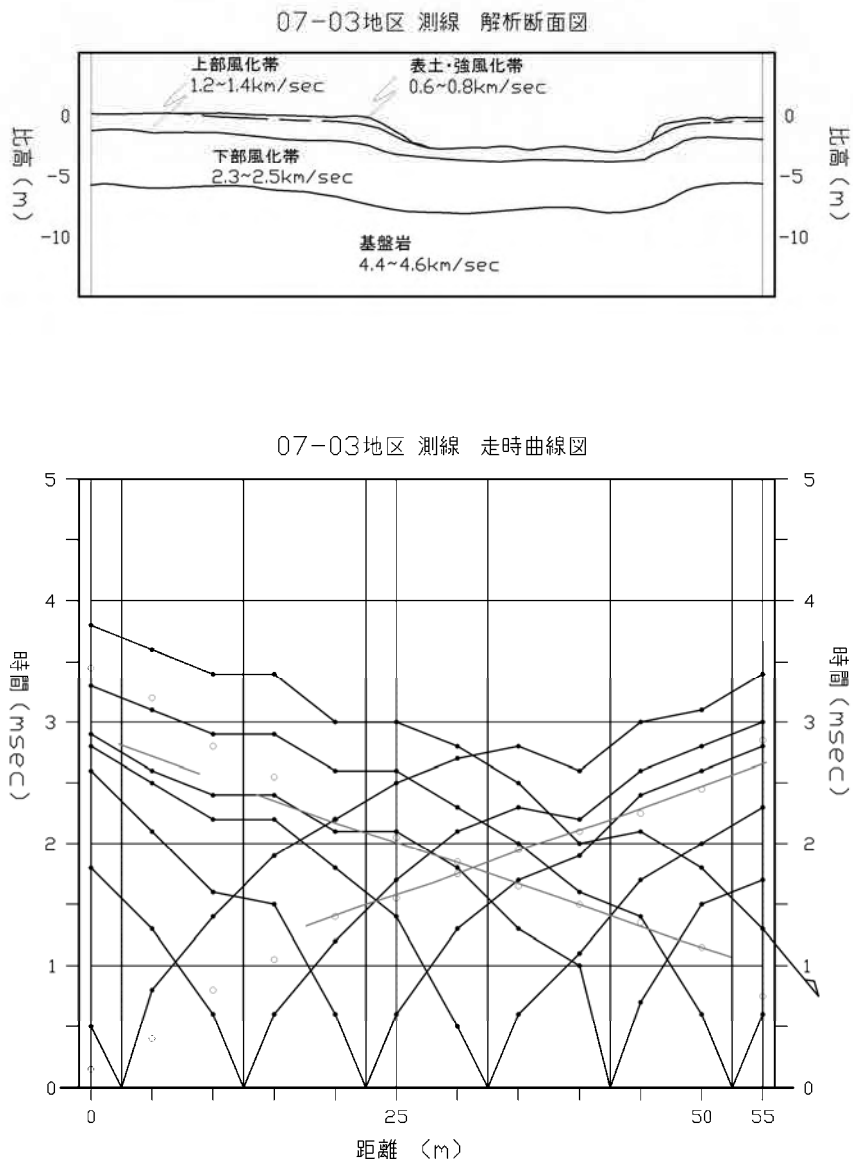


図 2-25 07-03 地区 A 測線 弾性波探査速度断面・走時曲線図

07-11 地区 A 測線

3層構造に分けることができる。基盤岩の弾性波速度は 3.4~3.6km/sec を示している。上部風化帯である 1.4~1.6km/sec 層は 3~5m 程度の厚さで分布している。1.4~1.6km/sec の層が支持基盤に該当する。

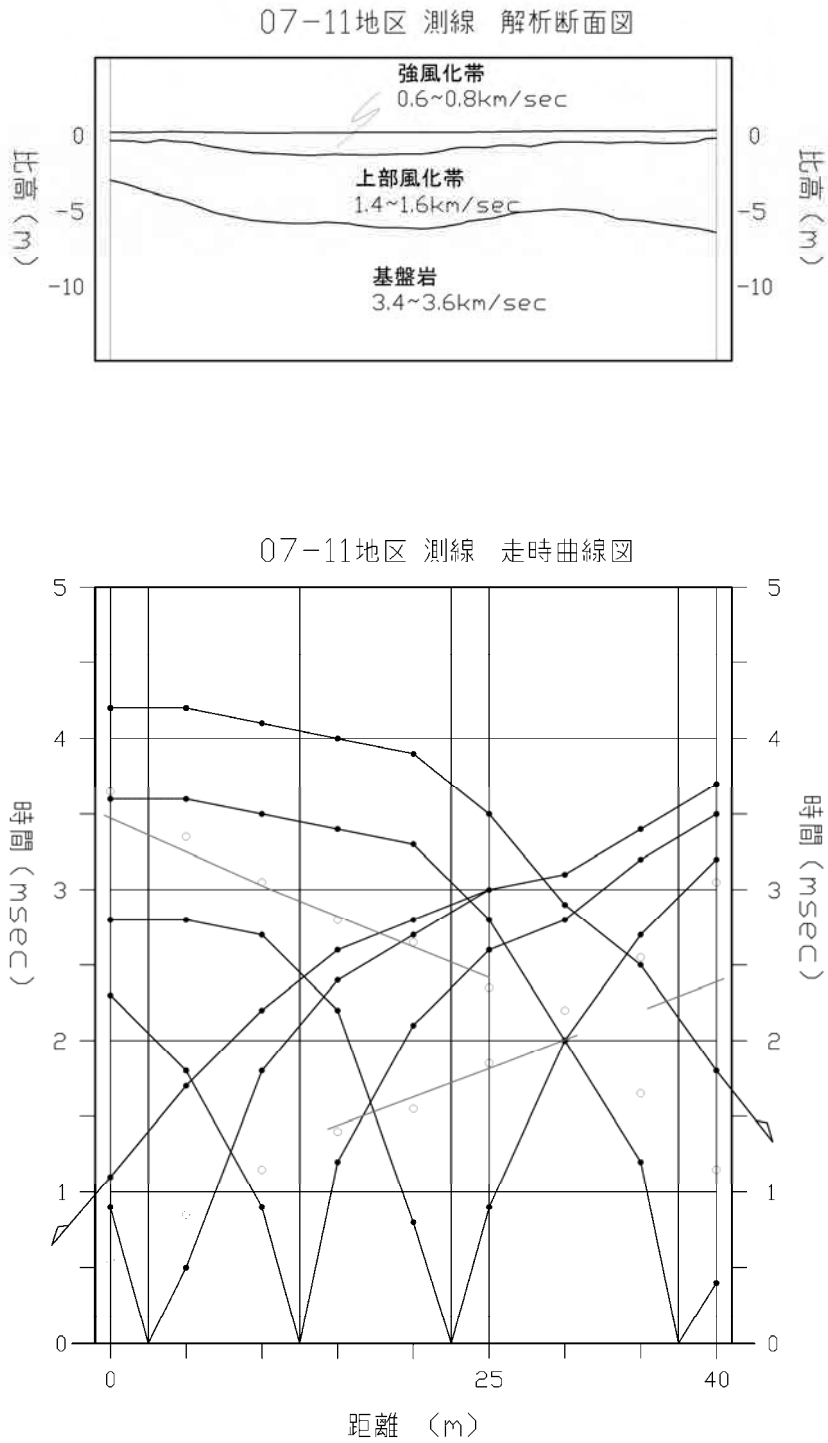


図 2-26 07-11 地区 A 測線 弾性波探査速度断面・走時曲線図

07-18 地区① A 測線

3層構造に分けることができる。基盤部の速度は 2.4~2.6km/sec を示し今回調査した中で一番遅い速度を示している。この差は地質条件の違いによるものと推察される。支持基盤と推定されるのは上部風化帯の 1.3~1.5km/sec に相当すると推察する。

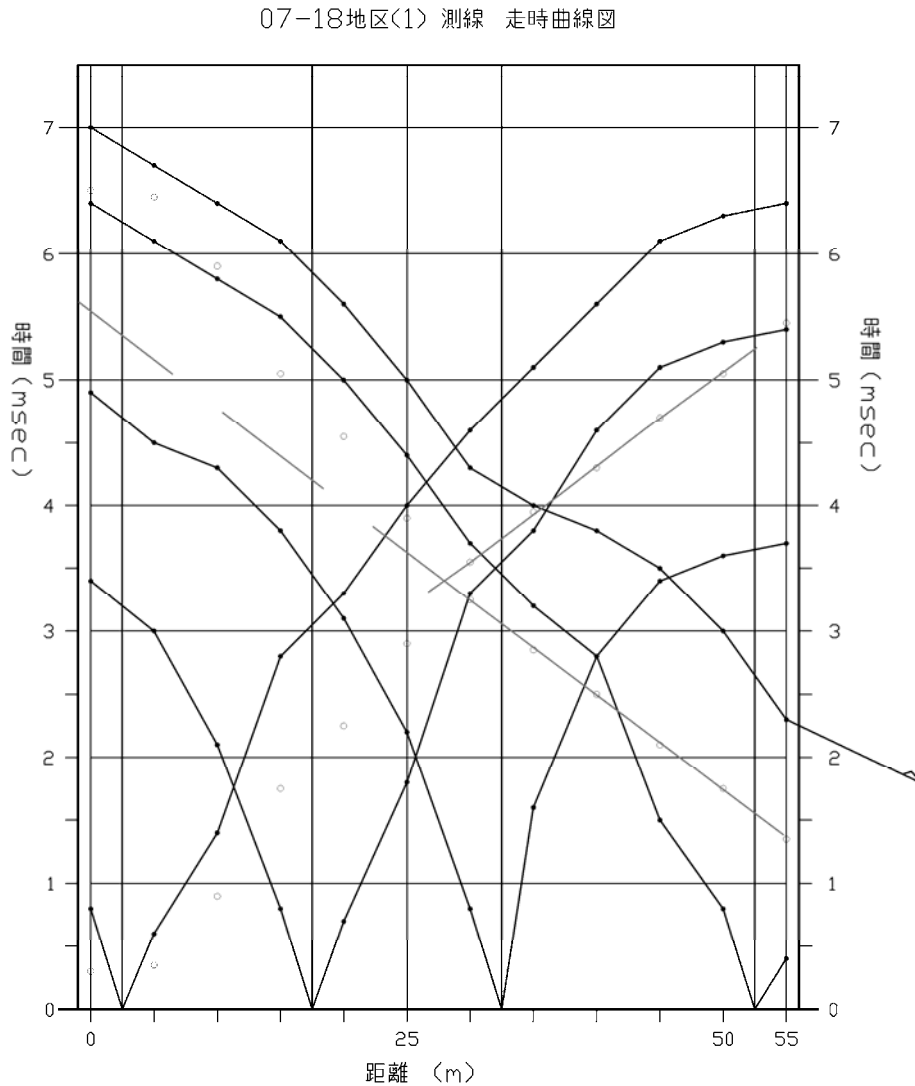
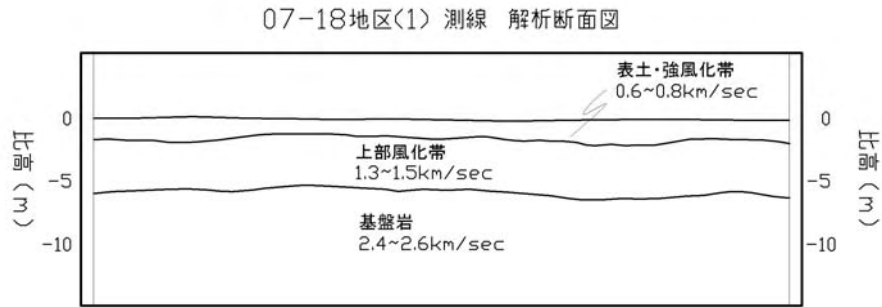


図 2-27 07-18 地区① A 測線 表面波探査速度断面

07-18 地区② A 測線

07-18 地区①と同様に 3 層構造に分けることができる。基盤速度は 2.4~2.6km/sec を示し今回調査した中で一番遅い速度を示している。この差は地質条件の違いによるものと推察される。支持基盤と推定されるのは上部風化帯の 1.3~1.5km/sec に相当すると推察する。

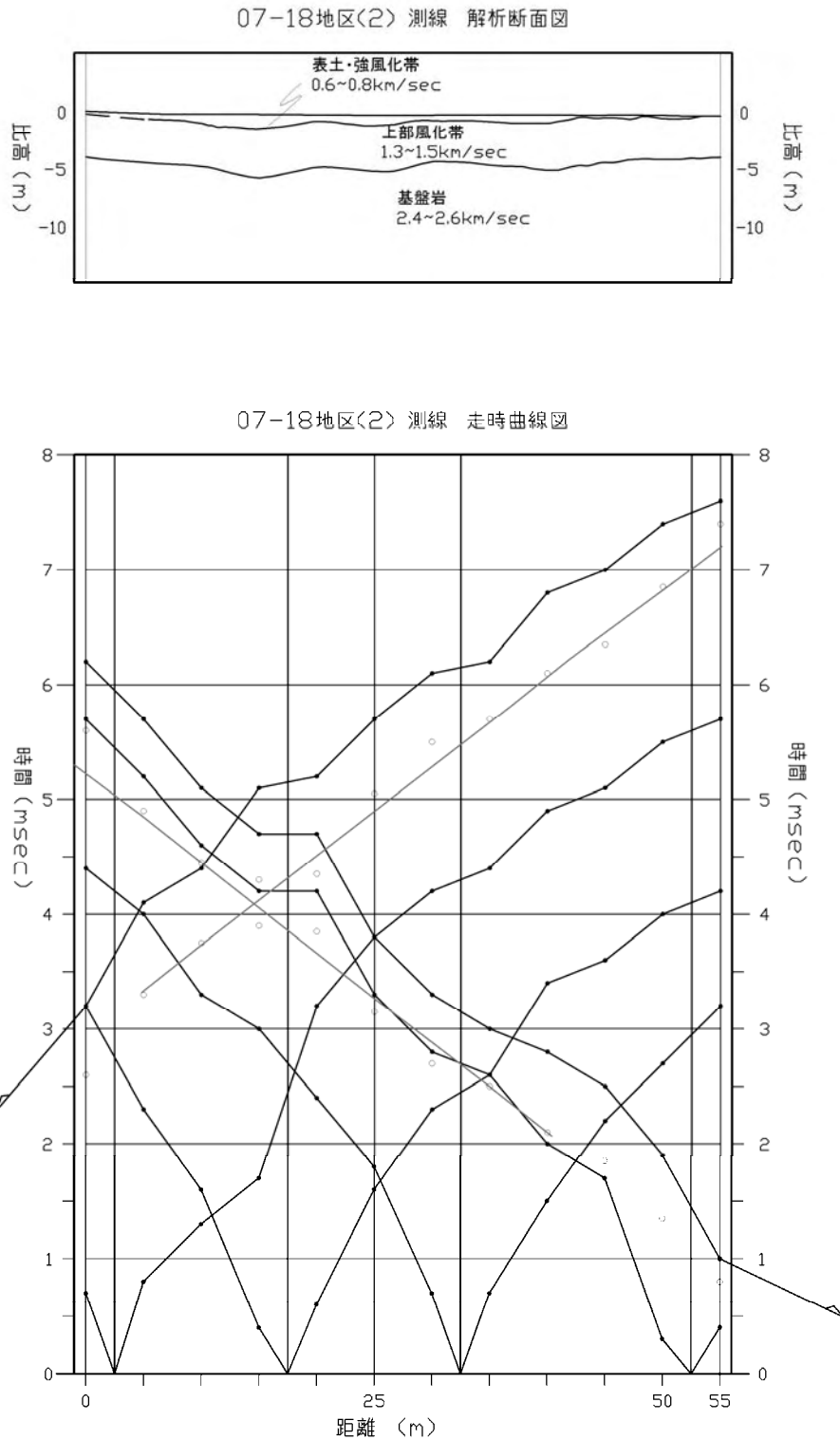


図 2-28 07-18 地区② A 測線 表面波探査速度断面

(b) 弾性波探査結果のまとめ

本調査は4ヶ所で行い速度区分は概ね下表に示す3層ないし4層に分けることが出来ると推察される。

表 2-16 速度層区分

速度層	弾性波速度 (V_p =km/sec)		推定地質状況	
	07-03	07-11 07-18①、②	07-03	07-11 07-18①、②
第1速度層	0.6~1.3		締まった崩積土及び崖錐堆積物	
第2速度層	1.3~1.6		一部崖錐堆積物又は、砂岩・シルト岩類の強風下帯、一部破碎堆積物	
第3速度層	2.3~2.5	3.4~3.6	砂岩類の上部風化岩	シルト岩類の基盤岩
第4速度層	4.4~4.6		砂岩類の基盤岩	

各速度層の地盤状況は次のように推定される。

第1層 : $V_p=0.6\sim0.8$ km/sec

本層は、表層から0.5~2m程度に分布し、全測線で観測されている。07-11地区においては、締まった崩積土に相当する部分もあると推察される。

第2層 : $V_p=1.2\sim1.6$ km/sec

本層は、07-03地区を除いてほぼ深度5m程度まで分布しており、上部風化帯に相当するが構造物施工時の支持地盤に対応する層として評価できる部分でもあると考えられる。

第3層 : $V_p=2.3\sim2.5$ km/sec、 $3.4\sim3.6$ km/sec

本層は、07-18地区①、②、07-11地区においては基盤岩と推定できる。07-03地区については地質の違いにと思われるが上部風化帯と評価した。

第4層 : $V_p=4.4\sim4.6$ km/sec

本層は、07-03地区において新鮮堅牢な基盤岩と推定される。今回の調査では他に比べ早い値を示しているが地質の違いによるものと推察される。(砂岩系)

(c) 施工のための岩の掘削区分

建設工事には掘削がつきものである。同時に掘削対象地山の構造物の基礎としての評価、掘削面がどの程度もつのか、掘削の難しさはどの程度かと言ったことの評価が必要となる。

一般の建設工事では、対象とする地山を掘削の難易によって分類する。この分類は、土については「地盤材料の工学的分類方法」にもとづいて土相によって分類し、岩については固結度・亀裂の頻度、弾性波速度で分類している。掘削の難易による岩の分類の考え方としてはまず、主の発破作業によって掘削できる岩を硬岩、リッパ作業によるものを軟岩、排土板で掘削できるものを土砂と呼ぶことが一般的である。つまり、作業する機械の種類と対応させて区分するのがこの分類の特徴である。そして、この作業のし易さと地山弾性波速度には、ある程度の相関がある。

地山弾性波速度1.0km/sec程度までは、ショベル系で掘削可能であり、1.0km/sec以上になるとリッパ付きブルドーザでの掘削となる。1.5km/sec を超えると発破掘削が選択肢に入ってくる。表2-17に掘削の難易による岩および土の分類を示す。

表 2-17 掘削の難易による岩および土の分類

名 称	説 明	摘 要	日本統一土質分類法による土の簡易分類との対応	
岩 また は 石	硬岩	亀裂が全くないか、少ないもの。 密着の良いもの。	弾性波速度 3.0km/sec 以上	—
	中硬岩	風化のあまり進んでいないもの (亀裂間隔が 30~50cm 程度のもの)。	弾性波速度 2.0~4.0km/sec	—
	軟岩	固結の程度の良い第四紀層。 風化の進んだ第三紀以前の地層。 リッパ掘削できるもの。	弾性波速度 0.7~2.8km/sec	—
	転石群	大小の転石が密集しており、掘削がきわめて困難なもの。	—	—
	岩塊・玉石	岩塊・玉石が混入して掘削しにくく、バケットなどに空隙のしやすいもの。	玉石まじり土 岩塊 起砕された岩 ゴロゴロした河床堆積物	—
土	礫まじり土	礫の混入があつて掘削の能率が低下するもの。	礫の多い砂 礫の多い砂質土 礫の多い粘性土	礫{G} 礫質土{GF}
	砂	バケットなどに山盛り形状になりにくいもの。	海岸砂丘の砂 マサ土	砂{S}
	普通土	掘削が容易で、バケットなどに山盛り形状にしやすく空隙の少ないもの。	砂質土、マサ土 粒度分布の良い砂 条件の良いローム	砂{S} 砂質土{SF} シルト{M}
	粘性土	バケットなどに付着しやすく、空隙の多い状態になりやすいもの。 トラフィカビリティが問題となりやすいもの。	ローム 粘性土	シルト{M} 粘性土{C}
	高含水比粘性土	バケットなどに付着しやすく、特にトラフィカビリティが悪いもの。	条件の悪いローム 条件の悪い粘性土 火山灰質粘性土	シルト{M} 粘性土{C} 火山灰質粘性土{V} 有機質土{O}
	(有機質土)	—	—	高有機質土{Pt}

(出典：道路土工—土質調査指針、1986)

(3) 電気探査（比抵抗 2 次元探査）結果

(a) 07-11 地区の探査結果

07-11 地区は移動土塊の再移動による地すべりを対象としたエリアである。地形は傾斜 25° ~ 30° 程度で上部にかけて緩傾斜となる。測線部には部分的に風化岩の露頭が見られ表層は浅い。電気探査の結果では比抵抗値は 10Ω ~ 200Ω m の範囲にあり高比抵抗値は砂岩系の岩盤および土砂堆積物に相当するものと推察される。一方低比抵抗値についてはシルト・泥岩系の岩盤に対応するものと考えられる。全体に土砂堆積物は薄く分布している。

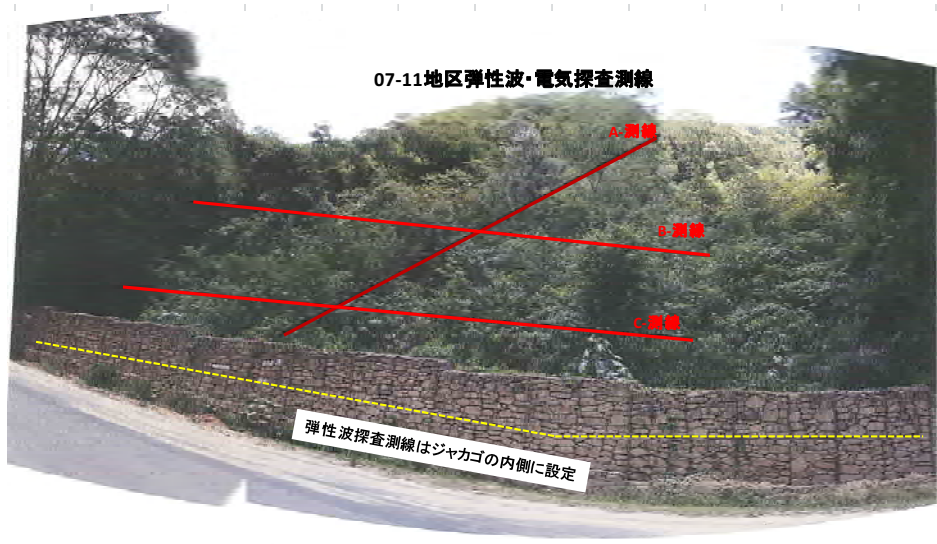
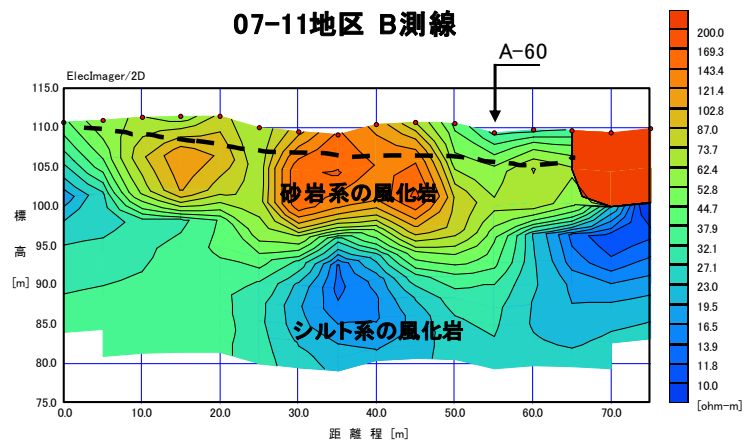
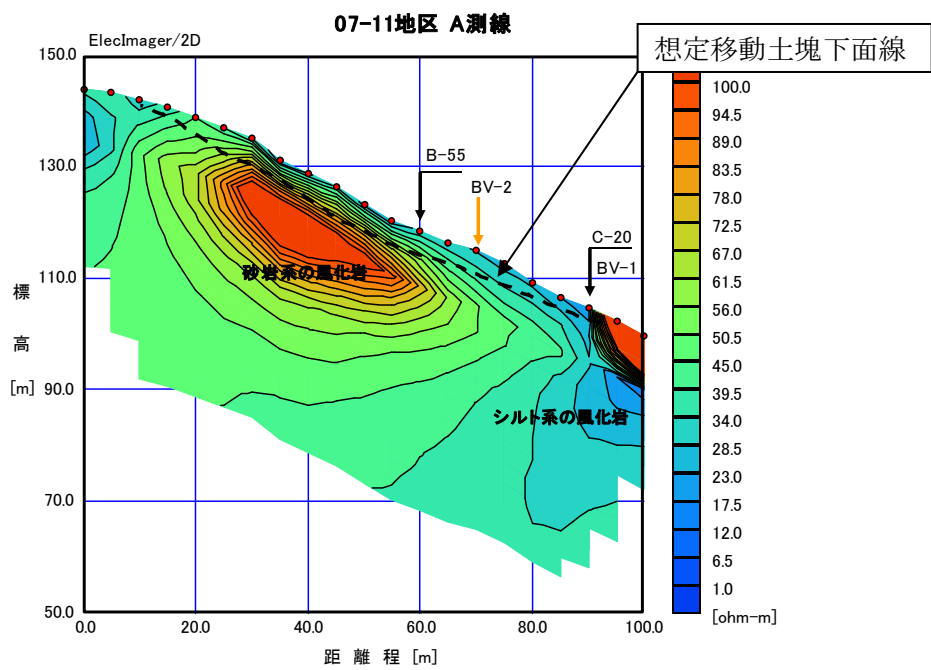


図 2-29 07-11 地区弾性波・電気探査位置



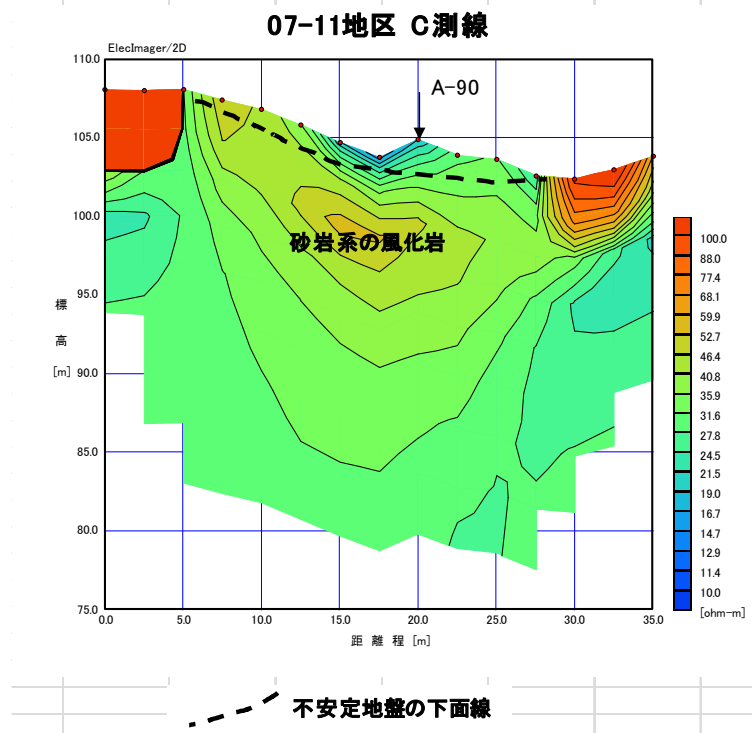


図 2-30 07-11 地区電気探査結果

(b) 07-18 地区の解析結果

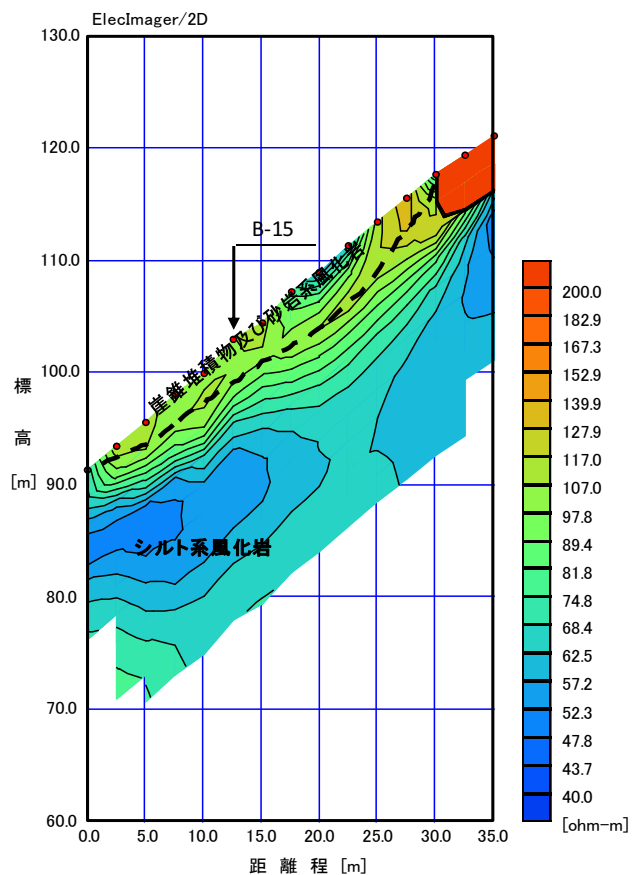
07-18 地区は平均傾斜 40° 程度の急斜面を呈する。植生はあるものの斜面上部には風化岩の露頭が見られる。

電気探査の結果では、比抵抗値が 20Ω ~ 500Ω m の範囲にあり高比抵抗は崖錐堆積物及び砂岩系岩盤に相当するものと推察される。特に起点側 07-18 地区②においては表層部分に風化岩が露頭しており探査結果とも対応する。一方終点側 07-18 地区①においては測線斜面には風化岩盤の露頭は見られず、むしろルーズな表層および崖錐堆積物が 2~3m 程度の深度で分布していると推察する。

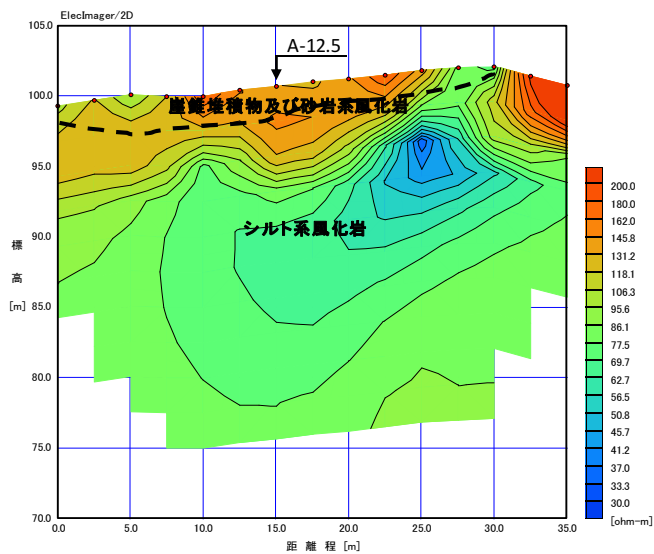


図 2-31 07-18 地区弾性波・電気探査位置

07-18① A測線



07-18地区① B測線



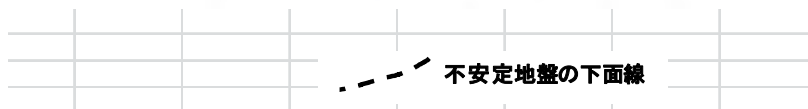
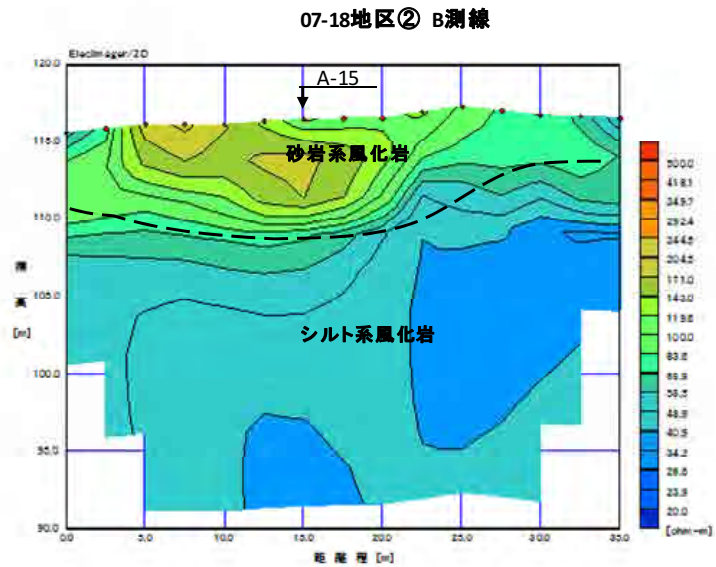
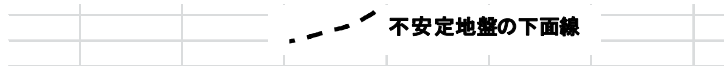
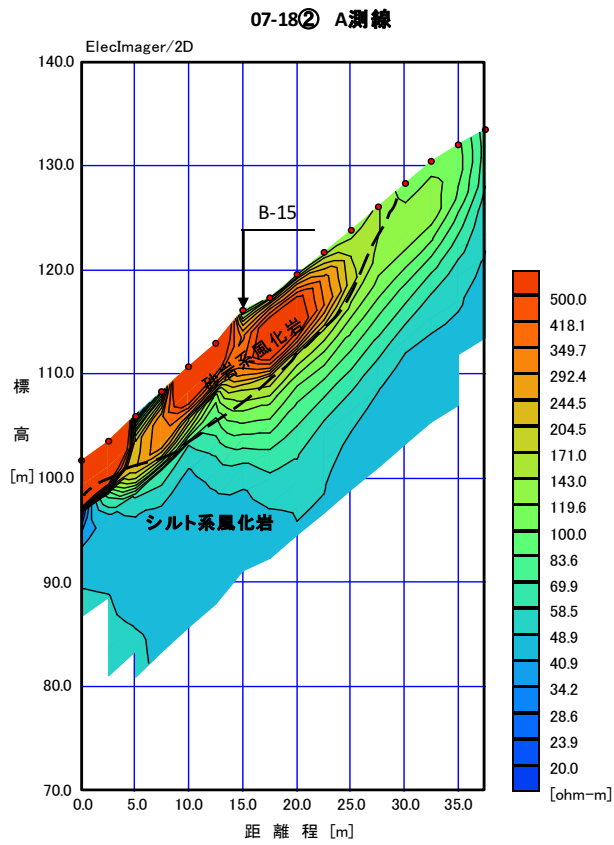


図 2-32 07-18 地区電気探査結果

(c) 電気探査（比抵抗 2次元探査）結果のまとめ

本調査は、斜面の不安定化による地すべり現象を対象とした 07-11 地区および 07-18 地区の 2 地区で行った。結果は前述したとおりである。まとめては以下のことが推察される。

<07-11 地区>

- ◆ 比抵抗範囲は 10～200 Ω m の範囲にある。
- ◆ 低標高に向かって低比抵抗値となる傾向があることから、地質の違いによるものと推察される。
- ◆ 地表部分は比抵抗値からは顕著な変化が見られないことから、崩積土及び崖錐等は厚く堆積していないと推察される。

<07-18 地区①、②>

- ◆ 本地区は傾斜が 40° 以上の急峻な地形を呈し上部には崩落地形があり部分的に風化岩が露頭する。比抵抗値は概ね 10～500 Ω m 程度の範囲を示す。
- ◆ 表層は薄く特に 07-18 地区②（起点側）は斜面の一部に亀裂の多い風化岩が露頭して表層がほとんど見られない状況を呈する。
- ◆ 一方終点側 07-18①地区においては測線斜面には風化岩盤の露頭は見られず、むしろルーズな表土および崖錐堆積物が 2～3m 程度の深度で分布していると推察する。

2-2-2-4 河床堆積物調査（07-03 地区）

砂防ダムを計画する上での基礎資料として以下のような調査を行った。

(1) 河床粒径調査

国道より溪流上流 310m 区間の溪流河床に存在する玉石 300 個の粒径を調査した。(図 2-33 参照)
玉石粒径調査の結果は、図 2-34 に示すとおりであり、砂防ダム計画に必要な 50%及び 95%粒径は以下の通りとなった。

$D_{50}=0.50\text{m}$ (50%粒径)

$D_{95}=1.06\text{m}$ (95%粒径)



図 2-33 粒径調査状況

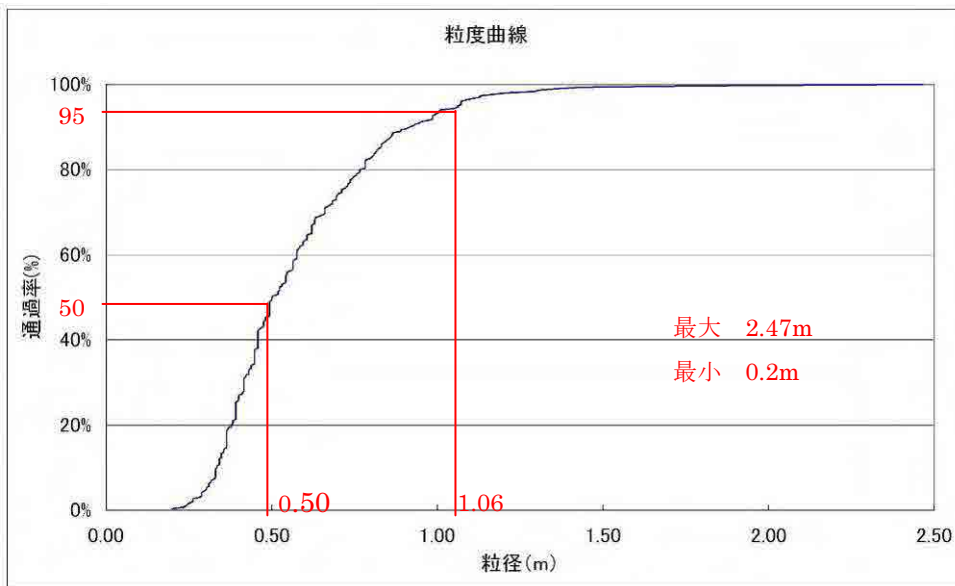


図 2-34 粒度分布図

(2) 流木調査

国道より溪流上流 350m 区間に溜まっている主要な流木（径 0.1m 以上、長さ 1.0m 以上）の径と長さを計測した。（図 2-35 参照）

計測の結果、対象となる流木数は 65 本あり、最大延長は 12m、流木総体積は 20m³ となった。



図 2-35 流木調査状況

2-2-2-5 埋設物調査

(1) 光ファイバーケーブル

実施機関との打ち合わせにおいて、国道 7 号線には光ファイバーケーブルが埋設されているとの情報が得られたため調査を行った。

実施機関より事業者 (ENTEL) の紹介を受け、現地立ち会いのもと、下記事項について確認した。

- ◆ アンゴストゥーラ～ベルメホ間 (07-02、07-03 区間) については、国道より離れた場所に敷

設替えが行われており、現在光ファイバーケーブルは敷設されていない。

- ◆ ベルメホ～サマイパタ間（07-11 区間）については国道脇に光ファイバーケーブルが敷設されており、対策工によっては支障となる可能性があることから、対策工の影響範囲が確定でき次第 ABC より ENTEL へ照会を行い、事前の移設を行う旨を依頼した。

⇒（移設についての費用は ENTEL が負担し、移設の依頼後 48 時間以内に工事が開始できる体制となっている。）

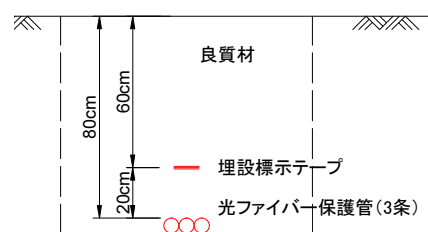
- ◆ サマイパタ～マイラナ間（07-18、07-19 区間）については、ENTEL のケーブルは国道より離れた場所に移設済である。
- ◆ 光ファイバーケーブルと他の構造物（横断パイプ等）との離隔は特に規定はない。



埋設状況



埋設標示テープ



埋設断面図

図 2-36 光ファイバーケーブル埋設状況

2-2-2-6 地形測量調査

地形測量は、航空機を使用し上空からレーザー反射波を使用して地表形状の凹凸データを得て図化するレーザープロファイラ測量と、地表から計測をおこない河川や道路の断面形状を図化する地形縦横断測量を実施した。

(1) レーザープロファイラ測量

レーザープロファイラ測量は選定された 5 箇所について工法選定と設計に使用する平面図作成を目的に実施された。以下に実施方法、原理等を示す。

(a) レーザープロファイラ測量のしくみ

レーザープロファイラ測量の概要

航空レーザー測量とは、航空機に搭載したレーザー測距儀から地上に向けてレーザー光を照射し、地上からの反射波との時間差より地上までの距離を求める測量方法である。LIDAR の技術を利用し、DEM データとして地形の情報を得ることができる。機体に取り付けた GPS と測距儀に取り付けた IMU（慣性計測装置）から航空機の位置情報を得る。

航空レーザー測量の精度は、標高の精度は 20cm までで、平面的な解像度 resolution は 1m である（1m グリッドでデータを採取）。

LIDAR = Laser Imaging Detection and Ranging

LIDAR とは、光を用いたリモートセンシング技術の一つで、パルス状に発光するレーザー照射に

対する散乱光を測定し、遠距離にある対象までの距離やその対象の性質を分析するものである。

DEM = Digital Elevation Model

DEM とは地表面の地形のデジタル表現のことである。

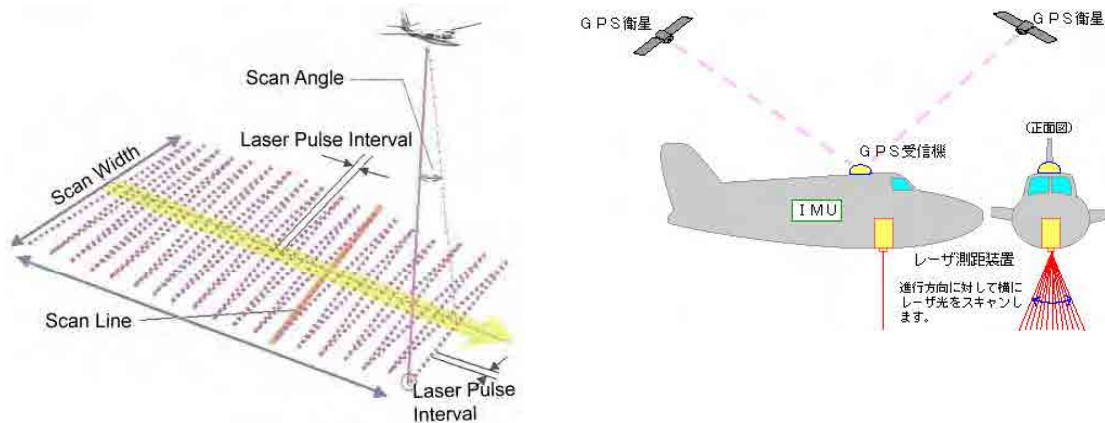


図 2-37 航空レーザー測定の原理

航空レーザー測定の利点と欠点

<利点>

- ◆ 広範囲を精度よく短期間でデータが取れる。
- ◆ 夜間や多少雲があってもデータが取れる。
- ◆ 樹木があっても地上のデータが取れる。
- ◆ DEM データとして情報が得られるので、さまざまに加工できる。
- ◆ 精度は計測高度には依存しないため、高々度からデータをとることもできる。

<欠点>

- ◆ 航空機を利用するため狭い範囲のデータを取るには不向きである。
- ◆ 標高の精度は 20cm までである。
- ◆ 平面的な解像度 resolution は 1m である (1m グリッドでデータを採取)。

(b) 実施成果

航空レーザー測量は、調査対象とした 5 箇所について実施した。成果は地表からの縦横断測量の成果と補完することで精度を上げることが可能となる。実施成果は対策工設計の基本図として使用した。

(2) 地形縦・横断・平面測量

地形縦・横断・平面測量は選定された 5 箇所について以下の項目、数量を実施した。

以下に実施数量を示す。成果図はレーザープロファイラ測量成果と同様に対策工設計の基本図として使用した。

表 2-18 地形縦・横断・平面測量実施数量

地区名	測量種類	項目	数量	備考
07-02	路線測量	縦断測量	1 測線 240m	
		横断測量	13 断面 100m	20m 毎
	水準測量	水準測量	2 箇所	ボーリング地点
07-03	地形測量	平板測量	0.04km ²	
	河川測量	縦断測量	1 測線 500m	H>10m の連続する急崖まで
		横断測量	10 測線 40m	20m 毎。ただし、道路より上流 10~30m 区間は 5m 毎
	水準測量	水準測量	4 箇所	ボーリング地点
07-11	地形測量	平板測量	0.01km ²	
	路線測量	縦断測量	1 測線 70m	
		横断測量	4 断面 80m	20m 毎
	水準測量	水準測量	3 箇所	ボーリング地点
07-18	路線測量	縦断測量	1 測線 270m	
		横断測量	14 断面 100m	20m 毎
	水準測量	水準測量	4 箇所	ボーリング地点
07-19	路線測量	縦断測量	1 測線 220m	
		横断測量	12 断面 100m	20m 毎
	水準測量	水準測量	2 箇所	ボーリング地点

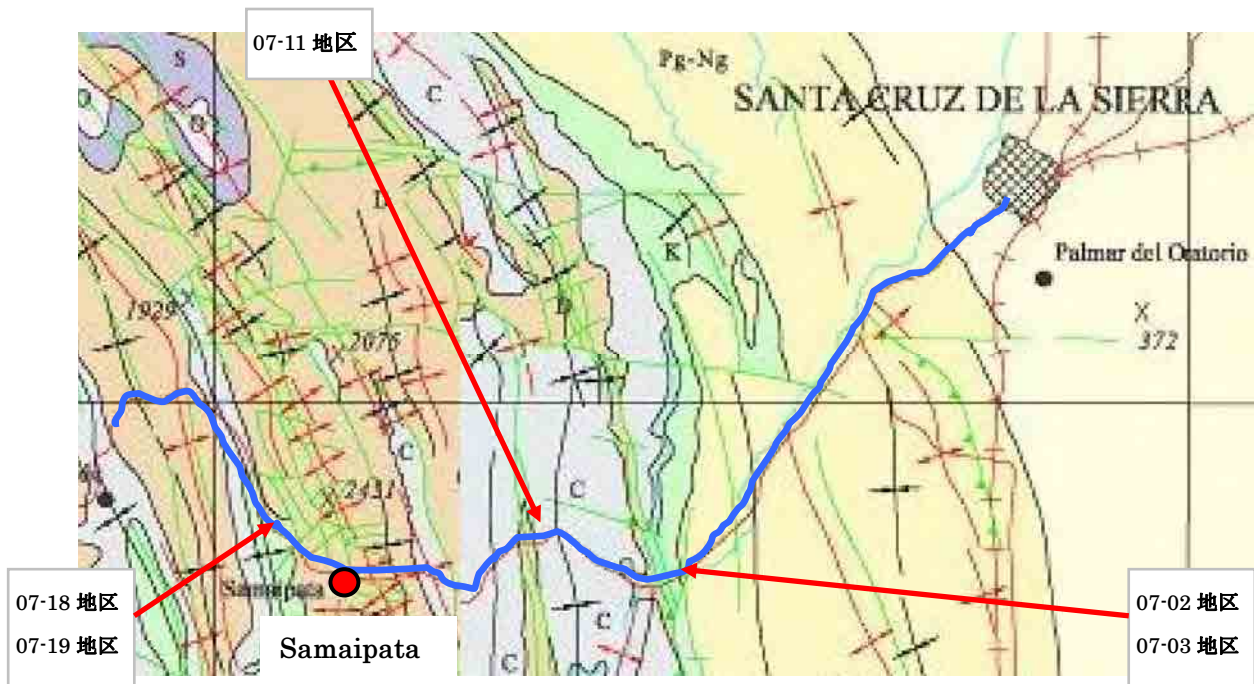
2-2-2-7 地質調査

地質調査は選定された 5 箇所において調査ボーリングを実施した。

(1) 地形地質概要

対象路線の国道 7 号線はサンタクルス市からアルプス・コルディエラ山脈の東縁部を西進しており、サマイパタ付近までピライ川の本流に沿って上流に向かうにつれ標高が高くなるが、褶曲山脈を横断するルートのため途中で高低の繰り返しがある。この路線沿いに分布する地質は、亜アンデス帯 (La Faja Subandina) に属し、古生代の岩盤類から第三系の堆積岩類で構成されている。大局的には東側の 07-02、07-03 地区付近では第三系の泥岩、砂岩が分布し、中間の 07-11 地区付近では古生代石炭紀の礫岩、砂岩、頁岩類、最も西寄りの 07-18、07-19 地区では古生代デボン紀の砂岩、頁岩、シルト岩が分布しており、西側ほど古い地層が分布している。ピライ川は褶曲山脈の尾根筋を横断して東流している先行谷であり、国道 7 号線沿いには直壁やオーバーハングをともなう深い谷地形が形成されており、造山運動にともなう隆起速度が速かったことがうかがえる。これらの急崖は斜面安定性の上で問題となる不安定地形となっており、路線沿いに多数が形成されている。

図 2-38 に調査地周辺の地質図、表 2-19 に地質調査の実施数量を示す。



Pg-Ng : 第三紀の砂岩、礫岩、頁岩、シルト岩
 K : 中生代白亜紀の砂岩、粘土岩、シルト岩
 C : 古生代石炭紀の礫岩、碎屑状堆積物、砂岩、頁岩、シルト岩
 D: 古生代デボン紀の砂岩、頁岩、シルト岩

図 2-38 調査地周辺の地質図

(Mapa Geologico de Bolivia 2001 より)

表 2-19 地質調査実施数量

地区名	孔番号	調査深度 (m)	標準貫入試験(回)	備 考
07-02	07-02-1	5.0	0	水平 (下向き 17.75°)
	07-02-2	5.0	0	水平 (下向き 17.75°)
07-03	07-03-1	3.0	1	河道
	07-03-2	2.5	3	河道
	07-03-3	3.5	2	河道
	07-03-4	5.5	9	
07-11	07-11-1	10.0	18	路側
	07-11-2	8.0	13	パイプひずみ計設置、水位計設置
	07-11-3	9.0	14	パイプひずみ計設置、水位計設置
07-18	07-18-1	6.5	8	路側
	07-18-2	2.5	1	
	07-18-3	8.0	14	
	07-18-4	15.0	0	水平 (下向き 17.75°)
07-19	07-19-1	5.0	0	水平 (下向き 17.75°)
	07-19-2	4.5	0	水平 (下向き 17.75°)

(2) 地質調査結果

(a) 実施要領

水平ボーリングは岩盤の露出している道路路側において実施し、風化度や深層すべりの有無を確認した。また、削孔角度は使用機械の水平方向の調整限界角である。他の孔は全て鉛直方向の調査ボーリングであり、移動層の存在が疑わしい箇所については移動土塊（旧崩積土）の層厚や基盤岩類の性状を確認することを目的とした。地すべり変動の可能性のある 07-11 地区については活動の有無と地下水変動状況の確認のためパイプひずみ計設置、水位計設置を設置した。

(b) 07-02 地区の調査結果

07-02 地区では路側に連続する岩盤露頭の 2 箇所を選定し水平ボーリングを実施した。深度 5m まで調査をおこなったが、D～CL 級のシルト岩および砂岩が連続する。現道では機械的な風化によって細粒分が流出したり、不安定化した岩盤が崩落した履歴があるが、コア採取状態から深度 1.5～2.5m を超えると安定した基盤岩が連続するとみられる。



図 2-39 07-02 地区ボーリング位置図

	
深度(m)	地質状況
0-1.0	D 級：シルト岩／砂岩
1.0-2.0	D 級：シルト岩／砂岩
2.0-3.0	D～CL 級：シルト岩／砂岩
3.0-4.0	CL 級：シルト岩／砂岩
4.0-5.0	D～CL 級：シルト岩／砂岩

図 2-40 07-02-1 (L=5.0m) 下向き 17° 75′ コア写真

	
深度(m)	地質状況
0-1.0	D～CL 級：シルト岩／砂岩
1.0-2.0	CL 級：シルト岩／砂岩
2.0-3.0	CL 級：シルト岩／砂岩
3.0-4.0	CL 級：シルト岩／砂岩

図 2-41 07-02-2 (L=5.0m) 下向き 17° 75′ コア写真

(c) 07-03 地区の調査結果

07-03 地区では河道内で3孔（07-03-1、2、3）、河岸で1孔（07-03-4）の4孔の調査ボーリングを実施した。河道内でのボーリングは流水の影響もありサンプルの採取率が低い、標準貫入試験データに示される反発深度（表示は R）～打設回数 50 以上を超える深度（1.0～2.5m）から基岩盤が連続している。また、河岸の 07-03-4 では 4.2m 付近から標準貫入試験データが 50 を超過しており、コアサンプルの性状からも同深度以下を基盤岩と判断する。基盤岩類は灰色系の頁岩である。

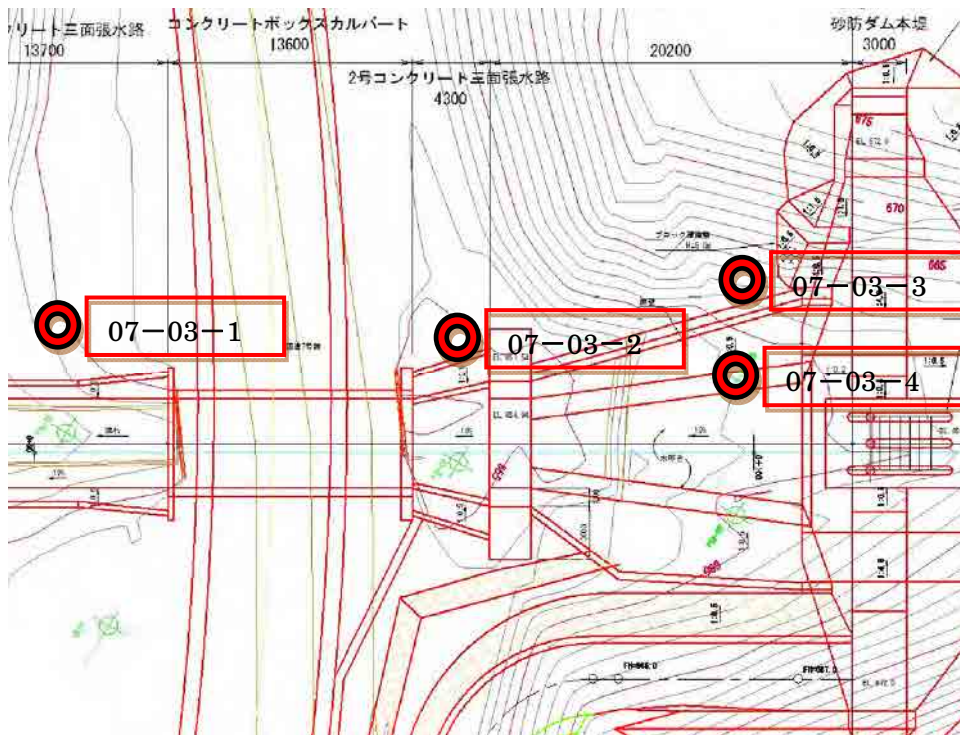


図 2-42 07-03 地区ボーリング位置図

深度(m)	地質状況／標準貫入試験結果（N：回数） ↓ 0.0m
0.5-1.5	河床レキ
	岩盤反発 N=21
1.5-2.5	D～CL 級：頁岩
	岩盤反発 岩盤反発
2.5-3.0	D～CL 級：頁岩
	岩盤反発

図 2-43 07-03-1 (L=3.0m) コア写真

深度(m)	地質状況／標準貫入試験結果 (N : 回数) ↓ 0.0m
0.5-1.5	D 級 : 頁岩
	岩盤反発 N > 50
1.5-2.5	D~CL 級 : 頁岩
	N > 50 N > 50

図 2-44 07-03-2 (L=2.5m) コア写真

深度(m)	地質状況／標準貫入試験結果 (N : 回数) ↓ 0.50m
0.5-1.5	河床レキ
	N > 50 N > 50
1.5-2.5	河床レキ
	N > 50 N > 50
2.5-3.5	D~CL 級 : 頁岩

図 2-45 07-03-3 (L=3.5m) コア写真



深度(m)	地質状況／標準貫入試験結果 (N : 回数) ↓ 0.0m	
0.5-1.5	河床レキ	
	N > 60	N > 60
1.5-2.5	河床レキ	
	N = 54	N = 24
2.5-3.5	河床レキ	
	N > 60	N = 59
3.5-4.5	河床レキ (~4.2m)	D~CL 級 : 頁岩 (4.2m~)
	N > 60	N = 39
4.5-5.5	D~CL 級 : 頁岩	
	N > 60	N > 60

図 2-46 07-03-4 (L=5.5m) コア写真

(d) 07-11 地区の調査結果

07-11 地区では中心部に調査測線を設け、現道路側で 1 孔 (07-11-1) と斜面内で 2 孔 (07-11-2、3) の調査ボーリングを実施した。標準貫入試験データおよびコアサンプルの性状 (連続性、岩盤組織の有無) から、移動土塊 (旧崩積土) と基盤岩類の境界深度は 07-11-1 : 5m、07-11-2 : 5m、07-11-3 : 7m と判定される。基盤岩類は黄色～灰色系の頁岩であり、一部粘土化している。なお、現地の地形状況から沢地形の発達する箇所では地表付近に風化した基盤岩が確認される箇所も見られることから、ボーリング結果とあわせて考察すると移動土塊の層厚は 2～7m 程度の幅があり一定の厚みでないことが伺える。また、このような地質状況からみてボーリング調査領域を包括する一連の移動土塊が地すべりとして一体化して滑動する可能性は極めて低く、変動したとしても局所的に層厚 1～2m 程度の表層部での崩壊が予想される。

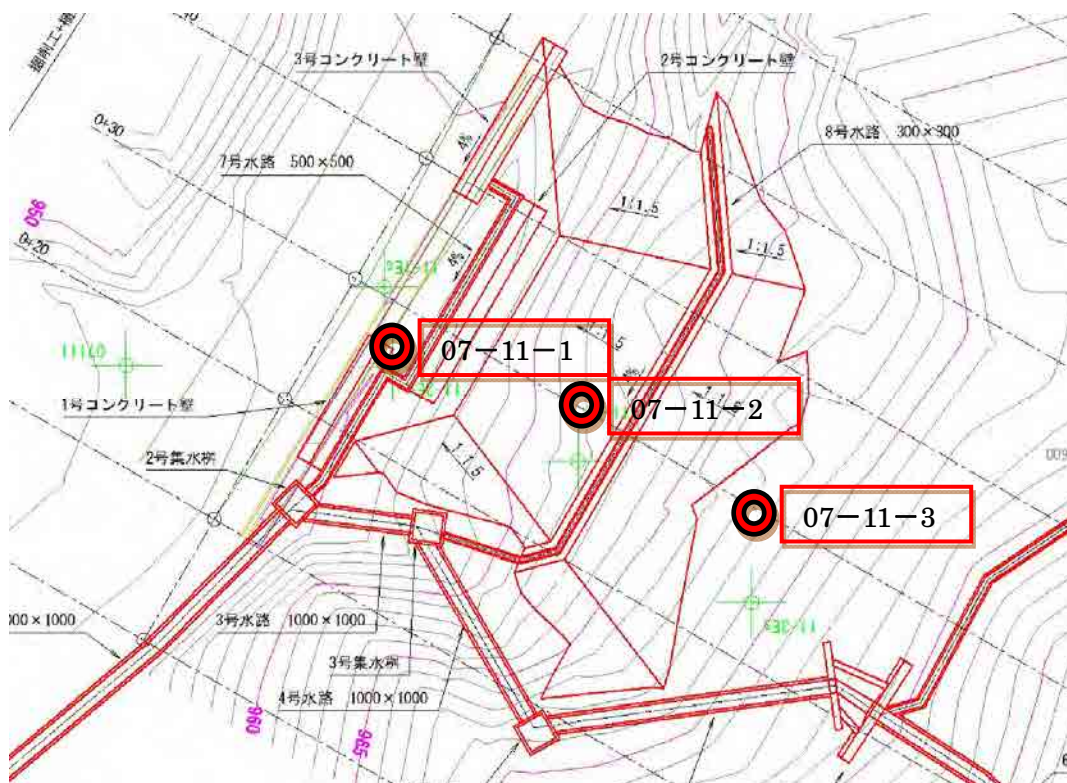


図 2-47 07-11 地区ボーリング位置図



図 2-48 07-11-1 (L=10.0m) コア写真



図 2-49 07-11-2 (L=8.0m) コア写真



深度(m)	地質状況／標準貫入試験結果 (N : 回数) ↓ 0.50m	
0-1.0	移動土塊	
		N=28
2.0-3.0	移動土塊	
	N=27	N>60
3.0-4.0	移動土塊	
	N=12	N=9
4.0-5.0	移動土塊	
	N=10	N=10
5.0-6.0	移動土塊	
	N=18	N=23
6.0-7.0	移動土塊	
	N=20	N=51
7.0-8.0	D~CL 級 : 頁岩	
	N>60	N>60
8.0-9.0	D~CL 級 : 頁岩	
	N>60	

図 2-50 07-11-3 (L=9.0m) コア写真

(e) 07-08 地区の調査結果

07-18 地区では4孔(07-18-1~07-18-4)の調査を実施した。07-18-1 および 07-18-3 は斜面内のボーリング調査であり、07-18-2 は道路側における鉛直調査ボーリングである。また、07-18-4 は道路側の岩盤露頭から水平調査ボーリングを実施した。サンタクルス寄りの07-18-3 は深度1.5m付近までが移動土塊であり、風化岩盤が連続する。07-18-2 では、深度0.5m付近から基盤岩類が連続する。07-18-2 の上位斜面で実施した07-18-1 では深度2.5m付近までが移動土塊であり、以下風化するが基盤岩類が連続する。07-18-4 では路側から15mの水平ボーリングを実施したが、節理面で分離したり固結度が低く岩塊混じり礫状のサンプルも見られたが基盤岩類が連続しており、当初懸念された調査区間を包括するような大規模な地すべり移動土塊は存在しないことが確認された。基盤岩類は砂岩である

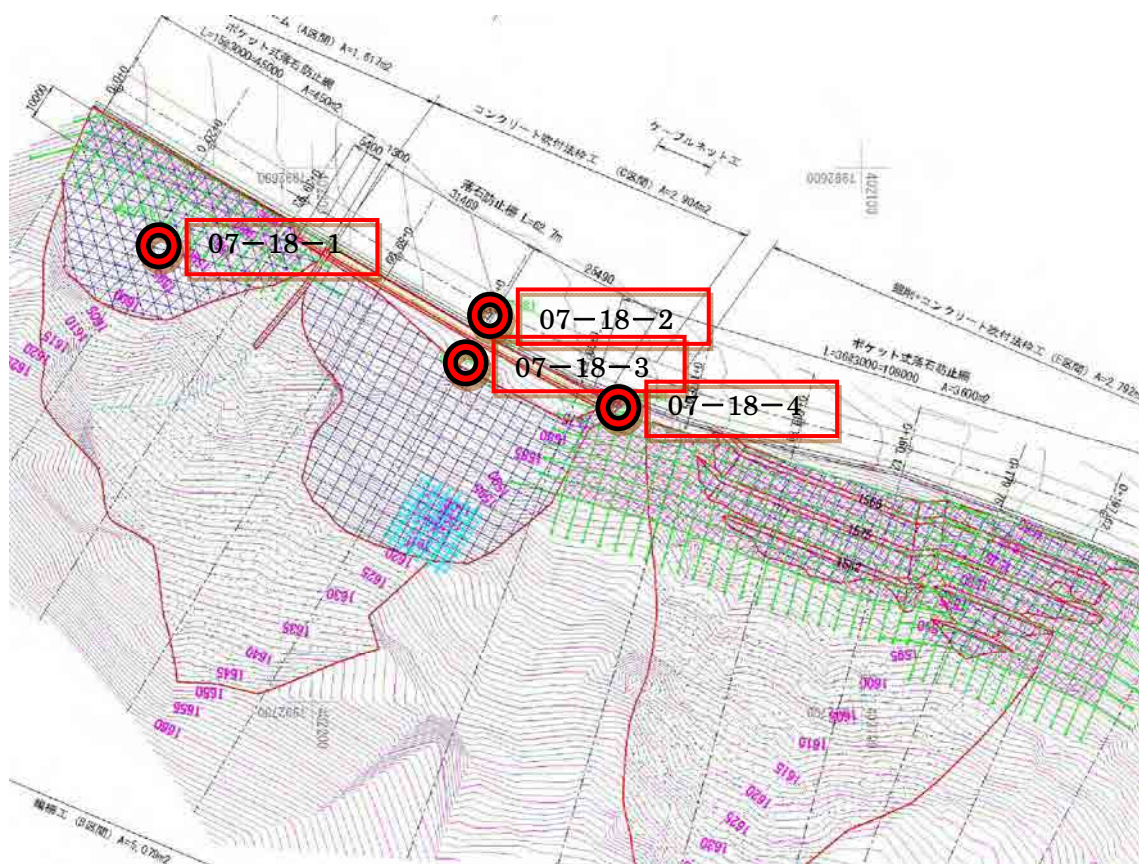


図 2-51 07-18 地区ボーリング位置図

深度(m)	地質状況／標準貫入試験結果 (N : 回数) ↓ 0.0 (0.5) m	
0.5-1.5	移動土塊	
	N=12	N=25
1.5-2.5	D~CL 級 : 砂岩	
	N>60	N>60
2.5-3.5	D~CL 級 : 砂岩	
	N>60	N>60
3.5-4.5	D~CL 級 : 砂岩	
	N>60	N>60
4.5-5.0	CL 級 : 砂岩	
	N>60	
5.0-6.0	CL 級 : 砂岩	
	N>60	N>60
6.0-6.5	D~CL 級 : 砂岩	

図 2-52 07-18-1 (L=6.5m) コア写真

深度(m)	地質状況／標準貫入試験結果 (N : 回数) ↓ 0.00m	
0.5-1.5	D~CL 級 : 砂岩	
	N>60	N>60
1.5-2.5	D~CL 級 : 砂岩	
	N>60	N>60

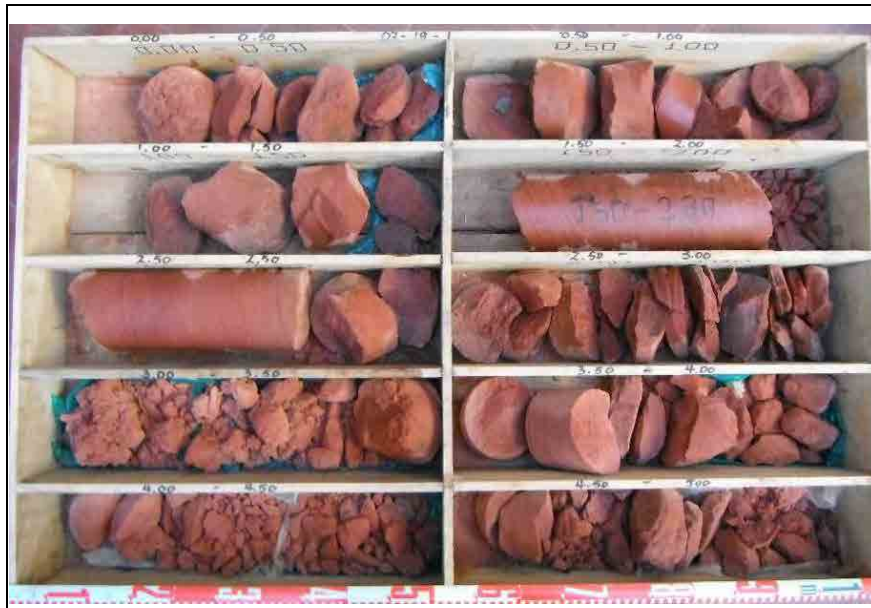
図 2-53 07-18-2 (L=2.5m) コア写真



深度(m)	地質状況／標準貫入試験結果 (N : 回数) ↓ 0.50m	
0.5-1.5	移動土塊	
	N=7	N=11
1.5-2.5	移動土塊	
	N=12	N=12
2.5-3.5	D~CL 級 : 砂岩	
	N=60	N=60
3.5-4.5	D~CL 級 : 砂岩	
	N=60	N=44
4.5-5.5	D~CL 級 : 砂岩	
	N=56	N>60
5.5-6.5	D~CL 級 : 砂岩	
	N>60	N>60
6.5-7.5	D~CL 級 : 砂岩	
	N>60	N>60
7.5-8.0	D~CL 級 : 砂岩	
	N>60	

図 2-54 07-18-3 (L=8.0m) コア写真





深度(m)	地質状況
0.0-1.0	D～CL 級：砂岩
1.0-2.0	D～CL 級：砂岩
2.0-3.0	D～CL 級：砂岩
3.0-4.0	D～CL 級：砂岩
4.0-5.0	D～CL 級：砂岩

図 2-57 07-19-1 (L=5.0m) 下向き 17° 75' コア写真



深度(m)	地質状況
0.0-1.0	D～CL 級：砂岩
1.0-2.0	D～CL 級：砂岩
2.0-3.0	D～CL 級：砂岩
3.0-4.0	D～CL 級：砂岩
4.0-4.5	D～CL 級：砂岩

図 2-58 07-19-2 (L=4.5m) 下向き 17° 75' コア写真

(g) 地質状況の整理

以上までのボーリング調査結果より、各孔の概略地質状況を整理した。

表 2-20 各孔の地質概況一覧

地区名	孔番号	調査深度 (m)	区分	地質概況
07-02	07-02-1	5.0	水平	D~CL 級岩盤
	07-02-2	5.0	水平	D~CL 級岩盤
07-03	07-03-1	3.0	河道	0~1.5m 河床堆積物 1.5~3.0m 河床基盤 D~CL 級
	07-03-2	2.5	河道	河床基盤 D~CL 級
	07-03-3	3.5	河道	0~2.5m 河床堆積物 2.5~3.5m 河床基盤 D~CL 級
	07-03-4	6.0	河岸	0~4.2m 河床堆積物 4.2~6.0m 河床基盤 D~CL 級
07-11	07-11-1	10.0	路側	0~5.0m 旧移動土塊 5.0~10.0m D~CL 級岩盤
	07-11-2	8.0	斜面	0~5.0m 旧移動土塊 5.0~8.0m D~CL 級岩盤
	07-11-3	9.0	斜面	0~7.0m 旧移動土塊 7.0~9.0m D~CL 級岩盤
07-18	07-18-1	6.5	斜面	0~1.5m 移動土塊 1.5~6.5 m D~CL 級岩盤
	07-18-2	2.5	路側	D~CL 級岩盤
	07-18-3	8.0	斜面	0~2.5m 旧移動土塊 2.5~8.0 m D~CL 級岩盤
	07-18-4	15.0	水平	D~CL 級岩盤、大規模すべりなし
07-19	07-19-1	5.0	水平	D~CL 級岩盤
	07-19-2	5.0	水平	D~CL 級岩盤

2-2-2-8 モニタリング調査

雨季の間の対象斜面の状況変化について、モニタリング調査を行った。測定は、07-11 地区の道路上斜面におけるパイプひずみ計を用いた地盤変動の調査と地下水位の調査及び、07-11 および 07-18 の 2 地区における降雨量を計測した。

(1) パイプひずみ計による地盤変動の調査

(a) 計測要領

塩ビパイプの表面にひずみゲージを 1m 間隔で貼付し、これをボーリング孔内に挿入し地盤の移動・変形状態を計測するものである。各ひずみゲージから地表までケーブルを伸ばし端末に計測器を接続してひずみ量の計測を行う。計測は通常、手動による隔測であるが、当調査ではデータロガーに 1 日 1 回のデータを自記記録させる方式を採用した。ひずみ計測値は、計測時・ゲージ（深度）毎に初期値からのひずみ累積変動量（計測値 - 初期値）を整理し、下図のように「ひずみ累積変動図」としてグラフ化する。なお下図の例では、深度 2m、3m のひずみ変動が累積性を有

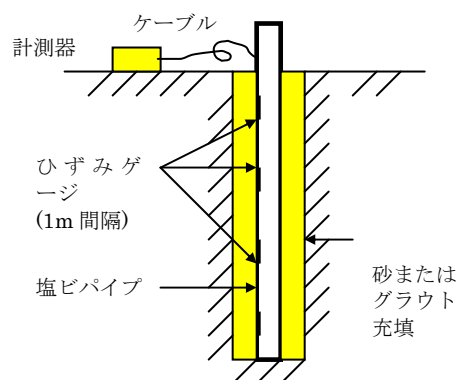


図 2-59 測定機器の概要

していることが分かる。

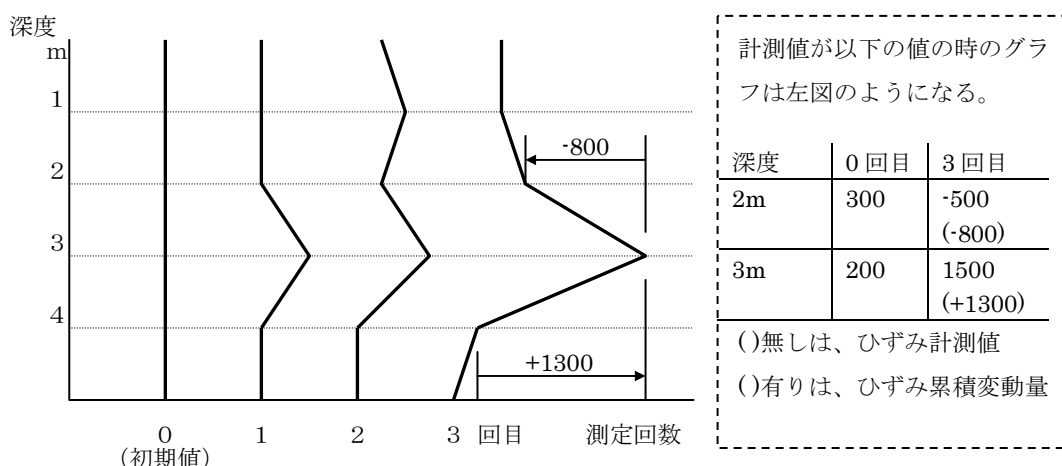


図 2-60 ひずみ累積変動図の概要

ひずみ計の解析は累積性の有無が重要な判断要素で、原則として 1000μ (無次元数) 以上のひずみ累積性を有することをもってスベリ面の判定を行う。ひずみ計の変動値判定基準としては、一般に次表が用いられている。

表 2-21 ひずみ変動種別一覧 (藤原、1976)

変動種別	累積変動値 (μ /月)	変動形態		スベリ面存在の地形・地質的可能性	総合判定	
		累積傾向	変動形態		スベリ面種別	活動性ほか
変動A	5000 以上	顕著	累積変動	あり	確定	顕著に活動している岩盤～崩積土すべり
変動B	1000 以上	やや顕著	累積変動	あり	準確定	緩慢に活動しているクリープ型地すべり
変動C	100 以上	ややあり	累積、断続、攪乱、回帰変動	あり	潜在	スベリ面存在有無を判定できないため、継続観測が必要
変動D	1000 以上 (短期間)	なし	断続、攪乱、回帰変動	なし	異常	スベリ面なし。地すべり以外の要因

出典：「地すべりの解析と防止対策」藤原明敏著 理工図書 P114

(b) 計測結果

図 2-61、図 2-62 に観測グラフ、表 2-22 に測定結果の一覧を示す。07-11-2、07-11-3 とともに緩やかに累積性が見られる深度が認められるが、変動量が顕著な深度は 2~3m の地表に近い位置であり、同深度についても下表に示すように地すべり変動として判定されるものではない。地すべり変動は現在沈静化しており、ひずみ計によって記録された変位は、表層部の緩み等により現れたもので、有害な変位では無いと考えられる。

表 2-22 パイプひずみ計による計測結果の一覧

孔番号	深度 (m)	累積変動値 (μ) 2.6 月間	月平均変動値 (μ /月)	変動種別
07-11-2	2.0	205	79	C 以下
	3.0	350	135	C
07-11-3	2.0	112	43	C 以下
	3.0	148	57	C 以下

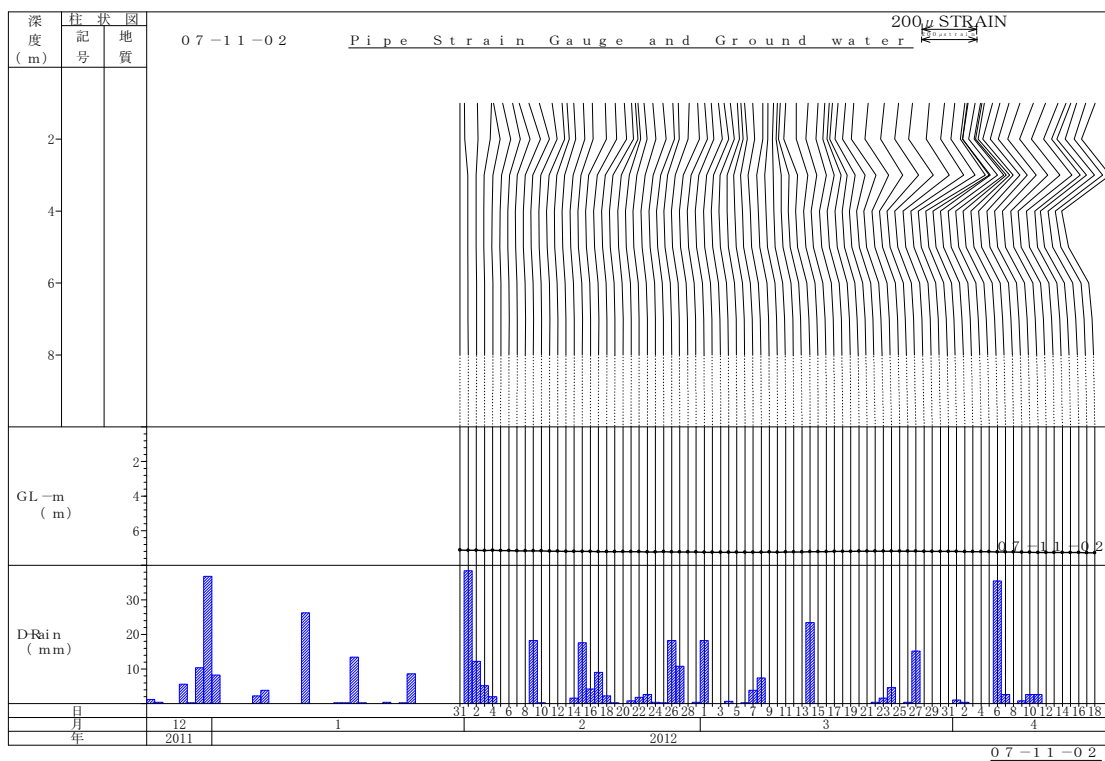


図 2-61 07-11-2 孔の観測グラフ

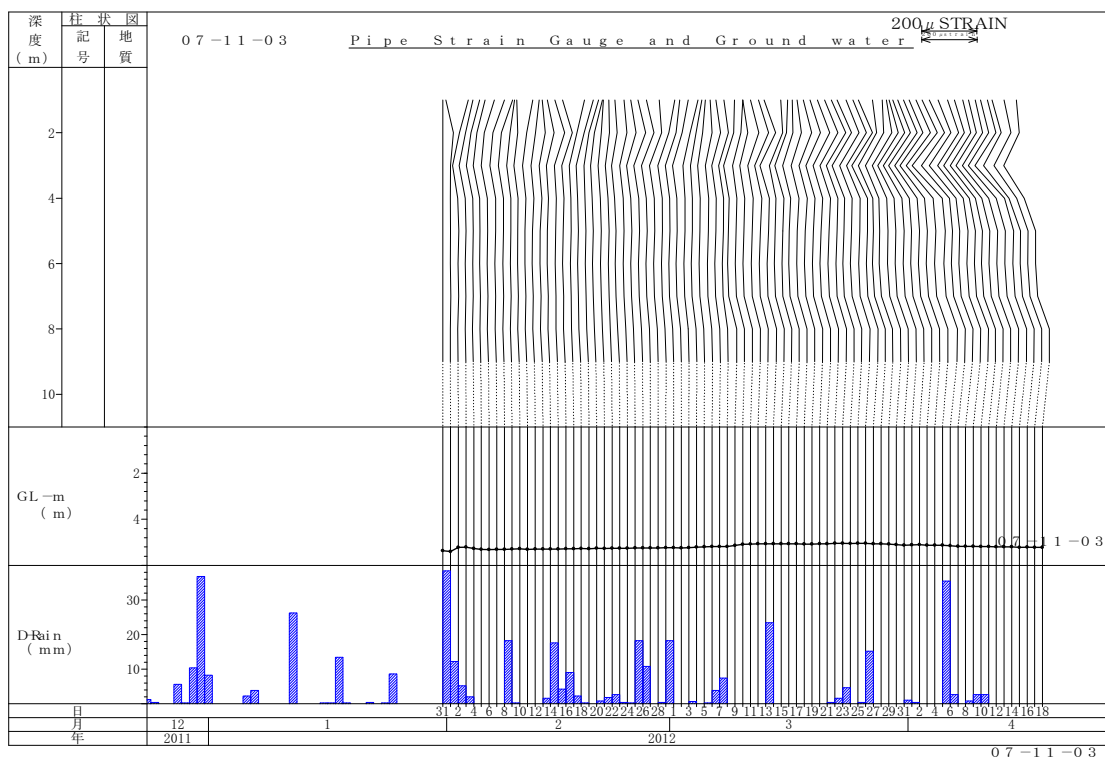


図 2-62 07-11-3 孔の観測グラフ

(2) 地下水位

地下水位はパイプひずみ計観測を実施した2孔の観測用塩ビパイプを観測孔として用い、間隙水圧

計センサーをセットしデータロガーに自記記録させる方式で連続データを収集した。観測は 2 週間に 1 回程度、データ収録用のネットワークコントローラーを現地のデータロガーに接続することによりおこなった。

以下に最高、最低水位を示す。

表 2-23 地下水位測定結果一覧

孔番号	07-11-02	07-11-03
最高水位日付	7.11 (m) 2012 年 1 月 31 日	5.04 (m) 2012 年 3 月 26 日
最低水位日付	7.28 (m) 2012 年 4 月 18 日	5.40 (m) 2012 年 2 月 1 日
平均水位	7.21 (m)	5.19 (m)

水位変動幅は 07-11-2 で 0.15m、07-11-3 で 0.36m であり、一定深度での地下水位が維持されており、降雨に起因する水位の変動も極めて軽微なものであった。

(3) 降雨量

降雨データについては 07-11 地区および 07-18 地区の 2 地区において自記記録ロガータイプの雨量計を設置して観測をおこなった。観測箇所は 40km 以上離れているため日雨量で 20 mm 以上の差があることや、1 地区でしか降雨が認められないことも確認された。雨期の後半の観測期間であり最大日雨量として 38.4~44.4 mm が観測された。

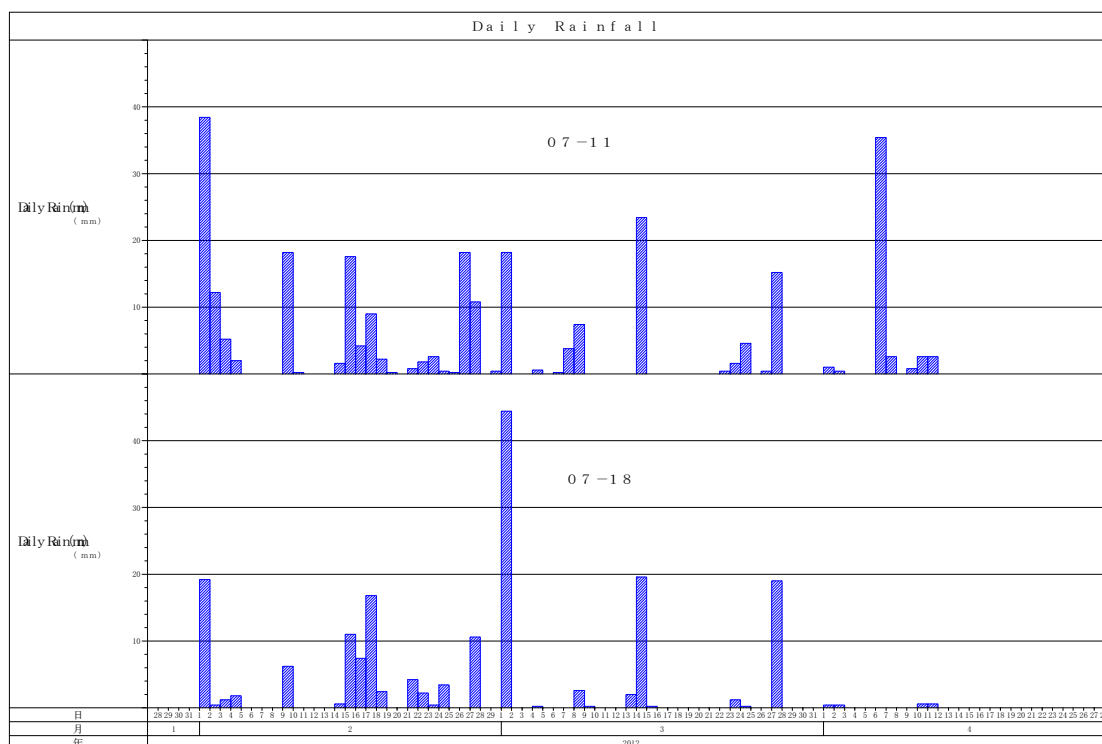


図 2-63 降雨量観測グラフ

2-2-2-9 植生状況調査

(1) 調査概要

崩壊部対策の工法検討の中で、07-11 地区及び 07-18 地区 2 箇所におい植生工を用いた対策工の有効性が考えられるため、現地の植生状況や現地の気候・施工条件に適した植生工法の選定に向けた調査検討を行った。

(2) ヒアリング調査

遺伝的または種の生物多様性を低下させず、在来種を用いた植生工の工法を検討するために現地の植物学者のヒアリングおよび現地調査を実施した。

(a) Bladimir 氏 (2012 年 4 月 18 日) 植物園職員

- ◆ 急傾斜の場合、樹木を植えるには植栽基盤が十分でない。低木や亜高木 (4m 程度) が良いと考えられる。
- ◆ 亜高木以上なら、マメ科の中でも MIMOSOIDEAE 類 (ネムノキ亜科 ; ミモサ類) や APILIONIDEAE (狭義のマメ科) などが斜面での生育に適しているのではないかと (現地名 : Toco, Thaco, Ceibo, Tipa 等)。
- ◆ 低木は、LAURACEAE (クスノキ科)、MYRTACEAE (フトモモ科) などが斜面での生育に適しているのではないかと (現地名 : Lauel, Suiquillo 等)。
- ◆ 家畜用の飼料であるため、同じ種が混入されているとは限らないが、グラミリオ (イネ科) は急傾斜地で効果はあると考える。
- ◆ 「何を植えるのか」、「どの範囲で植えるのか」、「苗木の確保はどうするか」、「施工時期はいつか」に注意して計画したほうが良い。
- ◆ 植生を施工する時期は雨期 (12 月から 3 月) を考慮して、雨の降り始めの 12 月中旬が望ましい。
- ◆ 地域住民へ「何のための緑化か」という目的を周知させることが必要だと考える。

(b) Elva 氏 (2012 年 4 月 24 日) 植物学者

- ◆ 亜高木層では ASTERACEAE gen sp. (キク科の一種)、*Salix fumboldtiana* (現地名 : sauce ; サウセ) が優占している。
- ◆ *Anadenanthera colubrina* (現地名 : chinawillca ; チナビルカ)、MIMOSOIDEAE 類 (ミモサ類)、*Shinopsis haenkeana* (現地名 : soto ; ソト) などのマメ科の樹種が斜面緑化に適しているのではないかと。
- ◆ チナビルカ : 在来種、成長が速い、6m 程度に成長するのに 5 年程度、根系は横に広いうえ深い、細かい葉、常緑、萌芽力あり。
- ◆ ソトの成長は遅い、10 年以上かかる。半落葉、萌芽力あり。
- ◆ ミモサ類 (在来種) の発芽は容易、雨期 (12 月) に発芽、貧栄養土壌でも発芽可、萌芽力あり、半常緑。
- ◆ 上記 3 種はコチャバンバの森林学校で種子購入が可能。再植林等を行っている。
- ◆ 崩壊部周辺の自然植生範囲内ではソトを高木層の主構成樹種とし、低木層から亜高木層にかけてミモサ類が優占した植生が成立している。

(c) Aleman Fino 氏 (2012 年 5 月 2 日) Escuela forestal (森林学校) の教授

- ◆ ソトはそのまま吹き付けても発芽しない。長く休眠するので、休眠解除の処理をしなければならない。
- ◆ チナビルカは「ボ」国全土に広く分布している。
- ◆ ソト、Acacia carven、Myroxylon periferu (現地名：quina；クイナ) は一般的によく見られる種である。
- ◆ ソトは苗で植えつける必要があるが、成長がとても遅い。25~30cm の苗を 12 月に植える。この苗は 2 年かけて育てる。準備期間が必要である。
- ◆ Dodonaea viscosa (現地名：chakatea；チャカティア) は根が浅いが、落葉が腐葉土となるので、緑化基盤形成に役立つ種である。
- ◆ 高木の苗木の活着率は 70%程度である。
- ◆ 森林学校では種子、苗木を取り扱っている。
- ◆ 急斜面の緑化対策として土止め板や溝、穴を千鳥配置に設置させる方法もある。
- ◆ いずれの対策も法面上部および下部の排水対策をしっかりと施工しないと、施工面が崩れる。
- ◆ 「ボ」国において法面緑化で失敗しているほとんどの例は排水対策を講じていないことが原因である。
- ◆ イネ科植物は現地で生育している種を株分けする方法も有効である。
- ◆ イネ科の種子は外来種しか売っていない (牧草種子取り扱い会社；SEFOSAM)。在来種を用いる場合は、今の時期に現地でイネ科種子を採取する必要がある。
- ◆ ミモサなどの低木層の種子は流通していない。現地採取か、ヒツジやリヤマの糞に含まれている種子を使うこともある。どれだけ種子を集められるかが重要である。
- ◆ 厚層基材吹付工は「ボ」国で実績がある。ただし排水工を講じなかったため、その後失敗した。低木や草本ならできる。
- ◆ 旅費、宿泊費、食事代を出せば 2 人程度の学生を使って現地調査を行い、緑化樹種の選定を行うことができる。
- ◆ 教授としてのポイント的なアドバイス程度の手伝い (無料) またはコンサル (有料) として行うことができる。
- ◆ 苗の確保、種子の採取のほか、事前調査や緑化計画に時間がかかるので、早めに準備したほうがいい。

(3) 現地植生調査

(a) コドラート調査

両地区のコドラート調査結果を下表に示す。

表 2-24 コドラート調査結果一覧

	07-11 地区崩壊部	07-18 地区崩壊部
地形	斜面上部	斜面上部
標高	1200m	1800m
階層構造		
高木層(B1)	-	-
亜高木層(B2)	50% (8~11m)	-
低木層(S)	30% (3m)	5% (1.5m)
草本層(K)	20% (0.3m)	60% (0.2~0.5m)
優占種	ASTERACEAE gen.sp、 Salix fumboldtiana、	Acasia aromo、 MIMOSOIDEAE gen.sp.、 Cortaderia rudiusscula
コドラートの状況		
樹冠の状況		

(b) 既存樹木調査

07-11 地区崩壊部

亜高木層では ASTERACEAE gen sp. (キク科の一種)、Salix fumboldtiana (現地名：saucé；サウセ) が優占している。林床には MIMOSOIDEAE gen sp. (ミモサ類) の実生がまばらに生育している。崩壊部に隣接する自然林では Shinopsis haenkeana (現地名：soto；ソト)、Tipuana tipu (現地名：tipa；ティパ) を優占種とした高木層 (樹高 20~30m) が発達している (2本/100 m²程度)。



崩壊部周辺自然植生で確認したソト、ティパを中心とした高木層



崩壊部内で確認したミモサ類の稚樹

図 2-64 07-11 地区崩落部周辺自然植生状況

07-18 地区崩壊部

崩壊部では土砂堆積部にイネ科草本層の *Cortaderia rudiusscula* (現地名: sewenqa; セウエンカ) が生育しており、部分的にミモサ類等の低木が分布していた。崩壊上部ではミモサ類等を中心とした樹林が形成されている。



モサ類



イネ科草本類のセウエンカ

図 2-65 07-18 地区崩壊部 (A 面) 下部法面の自然植生状況

i) 土壌硬度

いずれもレキ混じりの砂質系の土壌が堆積しており、土壌硬度は通常の根系の伸長が可能な硬度である 27mm 未満 (在来木本類 (播種) による法面緑化の手引き (案) H14.3 国土交通省 四国地方整備局) であった。

07-11 地区崩壊部: 14mm~19mm

07-18 地区崩壊部: 3mm~10mm

ii) pH

いずれも強酸性、強アルカリ性の障害がないことを確認した。

07-11 地区崩壊部: 7.9~8.1

07-18 地区崩壊部: 7.6~8.4

iii) EC

EC (電気伝導度) が高い土壌は、根の張りや栄養分の吸収が悪くなり、植物の成長にとって支障

となる。いずれも適値である 0.1~0.3mS/cm（農林水産省 土壌改良及び施肥改善指針）の範囲内であった。

07-11 地区崩壊部：0.1 mS/cm

07-18 地区崩壊部：0.1 mS/cm

(4) 植生工を用いた法面緑化工の対策検討

(a) 07-11 地区での法面緑化工

現況植生

現在の崩壊部の植生は 2005 年の崩壊以降、成長の速いアステラス類およびサウセが 5m~19m 程度に成長し、亜高木層の樹冠を形成し、ササ類や低木が密生しており、その中でミモサ類の稚樹が分布している。林床に十分な光が届かずミモサ類の成長が抑制されているものと考えられる。周辺植生を見ると、ソトやティパが高木層で優占していることから、2005 年に崩壊した当該部の植生は植生遷移の初期段階にあると考えられる。

植生基盤

調査結果より、植物の生育には支障はないことが分かった。ただし、土砂崩壊部であるため、腐植土層厚は薄く、植生工を検討する際には、このような植生基盤で生育できる種を選定する必要がある。

目標とする法面植生

将来的には、周辺植生に合わせて、根系が深く発達する高木のソトやティパ、低木のミモサ類を中心とした樹林を形成し斜面の安定化を図ることを目的とする。

植生工の決定

崩壊部の上流部で目標とするソト、ティパ、ミモサ類の母樹があり、種子供給が期待できると考えられるが、可能な限り早期に植生を発達させるため、堆積物を除去する範囲（斜面上部）については、排水対策を行った上で低木類および高木類の苗木を植付ける。それ以外（斜面上部）については、根が深く張り、斜面の安定化に寄与する種（ソト、ティパ、ミモサ類）が早期に成長できるよう、それ以外の種を選択的に間伐する。

緑化基礎工の検討

法面勾配は 1:1.5 程度であり、法面としては安定勾配を維持しているため、特別な基礎工は必要としない。

(b) 07-18 地区での法面緑化工

現況植生

現在の崩壊部の法面勾配は 1:1.0 と急勾配であることから、当該部の植生は堆積した土砂部にイネ科草本類が定着し、部分的にミモサ類の低木が確認できる程度である。

植生基盤

調査結果より、植物の生育には支障はないことが分かった。ただし、土砂崩壊部であるため、腐植土層厚は薄く、植生工を検討する際には、このような植生基盤で生育できる種を選定する必要がある。

目標とする法面植生

法面勾配が 1:1.0 と急勾配であるため、イネ科草本類で早期の表面侵食防止を図り、将来的には低木のミモサ類を中心とした樹林を形成し、斜面の安定化を図ることを目的とする。

植生工の決定

崩壊部の上流部で目標とするミモサ類の母樹があり、種子供給が期待できると考えられるが、可能な限り早期に植生を発達させるため、編柵工の小段部において根が深く張り、斜面の安定化に寄与する種である低木（ミモサ類）の苗木を植え付ける。ただ、木本類であるミモサ類は成長に時間がかかることから、短期的な法面侵食を防護するため草本類（イネ科）を植え付けることで早期緑化を図る。

緑化基礎工の検討

法面勾配は 1 : 1.0 程度と急勾配であるため、排水対策および法面の安定化を図るため、編柵工による緑化基礎工を施工する。

2-2-3 環境社会配慮

2-2-3-1 ベースとなる環境社会の状況

(a) 自然環境

本プロジェクト対象地域の国道 7 号線アンゴストゥーラ～パリサーダ間は、アンデス山脈溪谷地域の東麓部を東西方向に横断しており、サンタクルスとコチャバンバ、ラパスを繋ぐ重要交通幹線の一部である。「ボ」国及び本プロジェクト対象地域の自然環境の概要は以下のとおりである。

(b) 地形・地質

「ボ」国の地形は、国の西部（山岳地帯）と東部（丘陵・低地帯）で大きく異なり、大まかに 6 つの地形帯に区分される（表 2-25）。「ボ」国の地形的特徴は、西部と東部で標高が大きく異なることと、各地形帯が北西－南東方向および南北方向に帯状に配列していることである。これらの地形の分布特性は地質の違いを明瞭に反映している。なお、本プロジェクト対象地域は亜アンデス山系に属している（表内太字で表示）。

表 2-25 「ボ」国の地形区分

地形帯	主な地形	標高	分布域にかかる県
西部アンデス山系	火山	4,000m-6,400m	ラパス、オルロ、ポトシ
高原地帯	高原、湖	3,650m-4,500m	ラパス、オルロ、ポトシ
東部アンデス山系	山地	3,000m-6,400m	ラパス、コチャバンバ、ポトシ、チュキサカ、タリハ
亜アンデス山系	山地	1,000m-2,500m	ラパス、ベニ、コチャバンバ、サンタクルス、チュキサカ、タリハ
チャコ・ベニ平原	平野、丘陵	100m-500m	パンド、ラパス、ベニ、サンタクルス、チュキサカ、タリハ
ブラジル楯状地	丘陵	100m-1, 200m	パンド、ベニ、サンタクルス

亜アンデス山系は、アンデス山系と中央平原の間に細長く分布する、平均標高 1,500m 程度の山地であり、数条の細尾根が同一方向に配列しているのが特徴である。本プロジェクト対象地域の標高は約 700m~2,000m あり、起伏の多い地形を呈している。

亜アンデス山系の地質は、古生代の海成堆積岩を主体とし、南部では中生代の火成岩類が分布する。

複雑な褶曲構造と衝上断層帯を形成しており、軸方向は北部で北西－南東方向、南部で南北方向を示している。

(c) 気候・気象

「ボ」国の気象は、前述の地形的特徴に大きく影響を受け、東部平原に分布するサバナ気候 (Aw)、その南部縁辺部およびアンデス山脈東麓に分布する温帯冬季少雨気候 (Cw) と山岳地帯およびアルティプレーノに分布する高山気候に区分される (ケッペンの気候区分による)。

本プロジェクト対象地域は上記温帯冬季少雨気候 (Cw) に属し、年降水量は約 600mm~1200mm である (図 2-66 参照)。南半球であるため、冬季は乾期となり、夏季の 11 月から 3 月の雨期に降水が集中する。

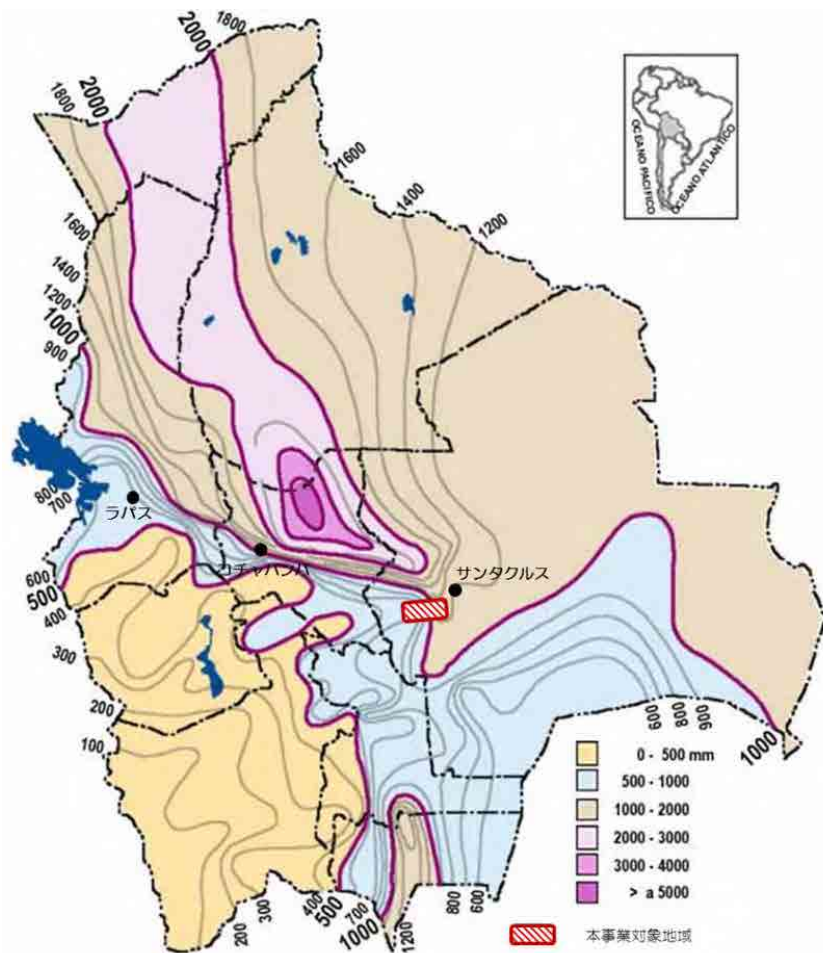


図 2-66 ボリビアの年降水量平年値の分布
(SENAMHI : ボリビア気象水文局 資料に加筆)

(d) 植 生

「ボ」国では、多彩な気候区分の影響により豊富な植生と動物の分布が認められる。本プロジェクト対象地域は、亜アンデス山系の東麓に位置し温暖な気候を呈する。このため、植生は亜熱帯サバナ気候~温帯に分布する広葉樹および照葉樹の原生林及び二次林が覆う。上流域の少降雨地域にはサボテンなど乾燥に強い植物が自生し、やや多湿な東麓にはヤシ、ケブラコ、アカシアなどの植物がみられる。

(2) 相手国の環境社会配慮制度・組織

(a) 環境社会配慮に関連する法令と関連機関

「ボ」国の環境社会配慮は 1992 年 4 月に制定された環境法(Ley 1333)に沿って行われている。国レベルの環境関連業務の実施機関は水・環境省(Ministerio de Medio Ambiente y Agua) の環境・生物多様性・気候変動・森林開発管理次官室(Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climaticos y de Gestion y Desarrollo Forestal) である。

同次官室の下部機関として国立公園の管理を担当する SERNAP (Servicio Nacional de Areas Protegidas)および EIA に関わる審査を統括する環境気候変動総局(Direccion General de Medio Ambiente y Cambios Climaticos)が配置されている。

(b) 環境法と環境影響評価

環境法はその第 1 項において、【その目的は人間の自然に関わる活動を規制し持続可能な開発を促進することにより、自然環境及び資源を保護・維持することで住民生活の質の向上を目指す】としている。その中で、官民の新規工事、活動に関して、実施前の段階において以下に示すカテゴリー分類に沿って環境影響評価にかかるカテゴリー分類を行うとしている。

カテゴリー1： 総合的な EIA が必要である。

カテゴリー2： 部分的な EIA が必要である。

カテゴリー3： 総合的または部分的な EIA は必要ないが、プロジェクトの環境配慮の適正化が求められる。

カテゴリー4： EIA を必要としない。

(c) 環境影響評価の基準と承認の手続き

「ボ」における環境影響評価にかかる審査の手続きは、まず環境ライセンス (Ficha Ambiental、以下 FA という) の作成を行う。FA が承認され、カテゴリーが通知された後、適切な環境影響評価を実施する。上記のように、カテゴリー1,2 に区分された事業は部分的または総合的な EIA の実施が必要とされる。カテゴリー3 に区分される事業では、PPM (環境保護及び低減計画) 及び PASA (環境対策実施及び監視計画) の提出が義務付けられており、事業の実施前に PPM 及び PASA を関係官庁に提出し、“環境ライセンス承認”を得る必要がある。カテゴリー4については、FA 承認後に環境ライセンスが発行される。

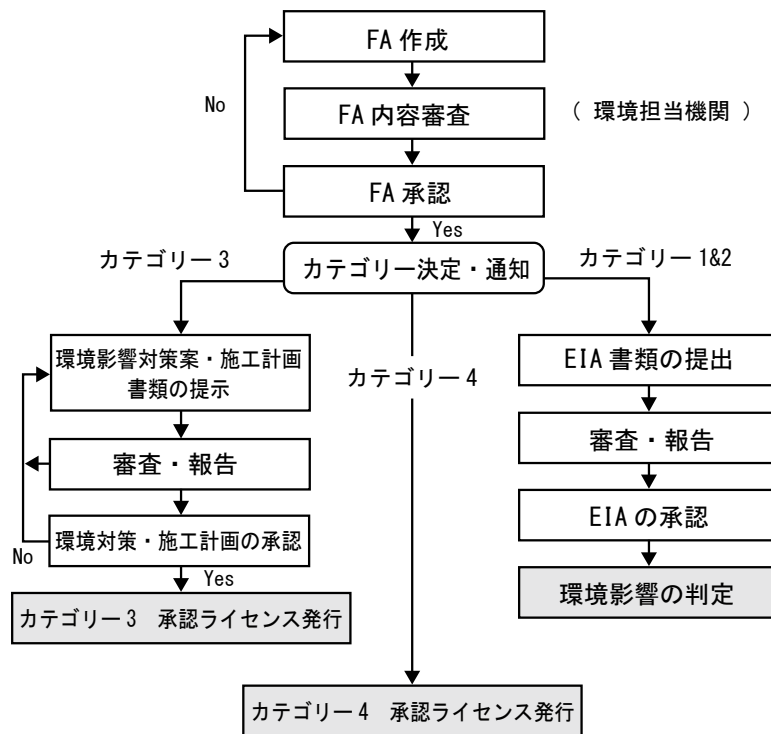


図 2-67 環境ライセンス承認の流れ

(d) JICA 環境社会配慮ガイドラインとの乖離

表 2-26 に 2004 年に ABC が【カテゴリ-3】として承認を受けた道路維持管理に関する PPM 及び PASA の主な記載項目を示す。

表 2-26 PPM 及び PASA の主な記載項目

背景と実施プログラム	生態領域の説明	PPM (環境保護及び提言計画)
背景 制度的枠組み プログラムの説明 維持管理サブプログラム (路線) 維持管理サブプログラム (定期) 維持管理プログラムの環境コンポーネント	対象地域の自然条件 対象地域の生物的特徴 対象地域の文化的特徴 保護公園および保護地区	緩和策の説明 環境技術基準 リスク分析 不測の事態に対する計画 緩和策プログラムのコスト
	環境インパクト評価	PASA (環境対策及び監視計画)
	維持管理活動の説明 インパクト確認 環境管理	実施計画と PASA の目的 環境モニタリングの実施項目 教育研修プログラム 水質モニタリング

PPM (環境保護及び低減計画) 及び PASA (環境対策実施及び監視計画) は、環境保全及び必要な環境対策を検討することから IEE 調査と内容がほぼ一致している。カテゴリ-3 において実施する手続きおよび PPM 及び PASA の記載内容は、JICA 環境社会配慮ガイドラインとの乖離はないものと考えられる。

(3) 実施機関の環境社会配慮の手続き実施状況

環境ライセンスの取得（カテゴリー3）

ABC は、管轄するすべての国道の道路維持管理に係る事業の環境ライセンスを取得している。2004年3月にはアルティプラーノ、溪谷地域、東部平原地域の3地区に区分して申請されたFAが【カテゴリー3】として承認され、PPM（環境保護及び低減計画）及びPASA（環境対策実施及び監視計画）の承認を経て環境ライセンス承認を得ている。

ABC は、この取得済み環境ライセンスの更新手続きを実施した。更新はライセンス期間の延長（2013年以降の継続）と作業項目の追加であり、2011年11月に【カテゴリー3】としてFAが承認され、2012年5月にPPM（環境保護及び低減計画）及びPASA（環境対策実施及び監視計画）が水・環境省の環境気候変動総局によって承認された。添付資料に承認書類の写しを示す。

本事業で実施する道路防災対策のうち、07-02地区、07-11地区、07-18地区、07-19地区の対策工（斜面对策）については上記承認済みの環境ライセンスで実施することができる。また、07-03箇所（土石流対策）については、ABCが追加申請を実施し、2012年12月に【カテゴリー3】の通知を受け、PPM及びPASAの承認手続きを実施中である。

(4) 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討

本事業は、対象となる国道7号線緊急災害対策箇所（Aランク）である23か所から「災害規模が大きく、「ボ」国では対応困難」な箇所（AAランク）として8箇所を特定し、「ボ」国の検討による迂回策等の方策が妥当とした3箇所を除く、5箇所について道路防災対策工事を実施するものである。

対策工法の選定では、「ボ」国への技術の普及に配慮し、できる限り多種類の道路防災対策工法を採用した。また、現地の気候条件が植物の成長に適していることから、植栽と編柵工の組み合わせにより樹木の復旧を促進し斜面の浸食や崩壊を防止する対策工や、ノンフレーム工法等の既存の樹木を維持・保全する周辺環境に配慮した対策工を積極的に採用した。

対策工法を検討するにあたり、ゼロオプションを含む代替案の比較検討を行った。なお、工法選定は後述する選定フローにより選定されたもののうち、代替候補がある箇所については複数案を示した。

表 2-27～表 2-36 に比較検討一覧表を示す。

表 2-27 代替案比較検討表 (07-02 地区)

項目		07-02 地区	
		第1案	第2案
斜面概要	斜面状況および想定される災害の種類、規模	<ul style="list-style-type: none"> ・ 直高 60m 程度の急崖を呈し、高角度の受け盤状であるため、トッピング崩壊の可能性がある ・ 道路に落下する不安定な岩塊は径 1m 以下と見込まれる ・ 急崖より上位の自然斜面は不安定な浮石は見られず、植生も密である ・ 災害規模は L=293m, H=72m, V=5600m³ ・ 国道に急崖が近接するとともに、谷側にも河川が迫っている。道路幅に余裕がないので崩壊した場合には通行止めのリスクが大きい 	ゼロオプシオン
	う回路	なし	
工事概要	工種	【吹付け工】 【吹付け工+ロックボルト工】	【のり枠工】 【のり枠工+ロックボルト工】
	維持管理	維持管理上の技術的問題は少ない。	維持管理上の技術的問題は少ない。
環境社会配慮	経済性	のり枠工と比較して経済的である。	吹付け工より経済的に劣る。
	社会環境	<ul style="list-style-type: none"> ・ 住民移転は発生しない ・ う回路がなく、工事期間は通常の通行に障害が生じる ・ 工事期間は残土・廃棄物が発生する（第1案・第2案とも同等量） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 住民移転は発生しない ・ う回路がなく、工事期間は通常の通行に障害が生じる ・ 工事期間は残土・廃棄物が発生する（第1案・第2案とも同等量）
	自然環境	<ul style="list-style-type: none"> ・ 斜面対策工は荒廃した自然斜面の保護であり、工事の規模も小さい。地形・気象・水象等の周辺自然環境に大きな影響を与えない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 斜面対策工は荒廃した自然斜面の保護であり、工事の規模も小さい。地形・気象・水象等の周辺自然環境に大きな影響を与えない
	推奨される最適案とその根拠	【○】 この対策工案は最適案として推奨される。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 想定される災害に対し、適切な工法が選ばれる ・ 事業費が安い ・ 環境への影響は、工事期間に十分な配慮と緩和策を講じることにより十分に対応可能である 	【×】 ゼロオプシオンは推奨されない。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 落石による国道の長期間通行止めを回避することは困難であり、通行する地域住民の安全を確保できない ・ 災害発生時の公共交通の遮断、物資の輸送の停滞を回避できない

表 2-28 代替案比較検討表 (07-03 地区)

		07-03 地区		ゼロオプシジョン	
項目		第1案	第2案		
斜面概要	斜面状況および想定される災害の種類, 規模 う回路	<ul style="list-style-type: none"> 土石流の発生履歴がある沢地形 土石流による大量の土砂流出の危険性がある。 国道付近で渓床堆積物の厚さが 3m を越える危険性があり、径 1.8m の横断管渠を流下できず国道に大量の土砂、流木が延長 20m 以上にわたって溢れると予測される。 	なし		
工事概要	工種	【不透過型砂防ダム工】 【導水路工】 【カルバート工】	【透過型砂防ダム工】 【導水路工】 【カルバート工】	対策なし	
	維持管理	空き容量確保のため、定期的な浚渫（土砂の除去）が必要となる。	規模が大きい土石流が発生した場合は、空き容量確保のための浚渫（土砂の除去）を実施する必要がある。	なし	
環境社会配慮	経済性	透過型に比べて安価だが、定期的な浚渫に維持管理コストがかかる。	鋼製スリット部分が高価となるが、浚渫は不定期で1案に比べて回数に少ないため、維持管理費が少なくなる。	災害発生時に、国道および周辺の土砂除去が必要であり、コストが発生する。	
	社会環境	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転は発生しない う回路がなく、工事期間は通常の通行に障害が生じる 工事期間は残土・廃棄物が発生する（第1案・第2案とも同等量） 	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転は発生しない う回路がなく、工事期間は通常の通行に障害が生じる 工事期間は残土・廃棄物が発生する（第1案・第2案とも同等量） 	<ul style="list-style-type: none"> 雨季は土石流が発生する可能性があり、住民は通行時に事故のリスクがある 流出土砂が国道を埋没させ、長期間通行止めとなる可能性があり、周辺住民の生活に影響を与える 長期間通行止めにより、大都市間の移動などの公共交通、物資の輸送が停滞する 	
自然環境	自然環境	砂防ダム工、導水路工、カルバート工ともに国道沿いに設置する小規模の構造物である。地形・気象・水象等の周辺自然環境に大きな影響を与えない。	砂防ダム工、導水路工、カルバート工ともに国道沿いに設置する小規模の構造物である。地形・気象・水象等の周辺自然環境に大きな影響を与えない。	影響しない	
	推奨される最適案とその根拠	【△】 この対策工案は推奨されない。 <ul style="list-style-type: none"> 土石流に対して適切な工法であるが、流木対策としては不透過型より捕捉率が劣る 浚渫等の維持管理費を合わせると、コスト高となる 	【○】 この対策工案は最適案として推奨される。 想定される災害に対し、適切な工法が選択されている 維持管理費が不透過型砂防ダム工に比べて安価 環境への影響は、工事期間に十分な配慮と緩和策を講ずることにより十分に対応可能である。	【×】 ゼロオプシジョンは推奨されない。 <ul style="list-style-type: none"> 通行する地域住民の安全を確保できない 土石流による国道の長期間通行止めを回避することは困難であり、通行する地域住民の生活への影響を避けられない 災害発生時の公共交通の遮断、物資の輸送の停滞を回避できない 流出土砂の排除、復旧工事にコストがかかる 	

表 2-29 代替案比較検討表 (07-11 地区)

項目		第1案	ゼロオプション
斜面概要	斜面状況および想定される災害の種類、規模	<ul style="list-style-type: none"> 泥流状の土砂流出を生じた斜面 L=30m, H=100m, V=9000m³ 地すべりによる大量の土砂流出の可能性があり、風化岩を含むすべり平均層圧を5mと仮定すると1000m³規模の大規模な土砂流出が懸念される 	
	う回路	なし	
工事概要	工種	【地表排水工】 【植生工】 【切土工】 【コンクリート擁壁工】	対策工なし
	維持管理	コンクリート擁壁工背後の空き容量確保ため、不定期の除石が必要である。	なし
	経済性	切り土と植生工、表流水排水を中心とした工法であり、人工構造物が少なく比較的安価な工法である。	災害発生時に、国道および周辺の土砂除去が必要であり、コストが発生する。
環境社会配慮	社会環境	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転は発生しない う回路がなく、工事期間は通常の通行に障害が生じる 工事期間は残土・廃棄物が発生する 	<ul style="list-style-type: none"> 雨季は常時土砂流出の可能性があり、住民は通行時に事故のリスクがある 落石により長期間通行止めの可能性があり、周辺住民の生活に影響を与える 大都市間の移動などの公共交通、物資の輸送が停滞する
	自然環境	<ul style="list-style-type: none"> 斜面対策工は荒廃した自然斜面の保護であり、工事の規模も小さい。地形・気象・水象等の周辺自然環境に大きな影響を与えない 	影響しない
	推奨される最適案とその根拠	【○】 この対策工案は最適案として推奨される。 <ul style="list-style-type: none"> 想定される災害に対し、適切な工法が選択されている 環境への影響は、工事期間に十分な配慮と緩和策を講じることにより十分に対応可能である 	【×】 ゼロオプションは推奨されない。 <ul style="list-style-type: none"> 通行する地域住民の安全を確保できない 土砂流出による国道の長期間通行止めを回避することは困難であり、通行する地域住民の生活への影響を避けられない 災害発生時の公共交通の遮断、物資の輸送の停滞を回避できない 流出土砂の排除、復旧工事にコストがかかる

表 2-30 代替案比較検討表 (07-18A 地区)

項目		第1案	ゼロオプション
斜面概要	斜面状況および想定される災害の種類, 規模	<ul style="list-style-type: none"> ・ 植生が残存する斜面で、小規模の崩壊跡が分布する斜面 ・ ルーズな表層及び崖錐堆積物が 2-3m の深度で分布 ・ 最大高さ 20m 程度までの草本類を主体とする植生の少ない範囲で表層崩壊が懸念される ・ 現道から直高 30m の位置に h=5m の風化岩露頭があり、またこの背後にも同様の崖線が局所的に存在し、小規模の落石が発生し道路に達することが懸念される。 	
	う回路	なし	
工事概要	工種	【植生工】 【落石防護網+ロックボルト（ノンフレーム工法）】	対策工なし
	維持管理	維持管理上の問題は少ないが、落石防護網については落石の集積状況を監視し、必要に応じて除石が必要である。	なし
	経済性	植生工を中心とした工法であり、人工構造物が少なく比較的安価な工法である。	災害発生時に、国道および周辺の土砂除去が必要であり、コストが発生する。
環境社会配慮	社会環境	<ul style="list-style-type: none"> ・ 住民移転は発生しない ・ う回路がなく、工事期間は通常の通行に障害が生じる ・ 工事期間は残土・廃棄物が発生する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 雨季は落石・表層崩壊が発生する可能性があり、流出土砂により国道が埋没し、長期間相互の通行が困難になる可能性がある。
	自然環境	<ul style="list-style-type: none"> ・ 斜面対策工は荒廃した自然斜面の保護であり、工事の規模も小さい。地形・気象・水象等の周辺自然環境に大きな影響を与えない 	影響しない
	推奨される最適案とその根拠	【○】 この対策工案は最適案として推奨される。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 想定される災害に対し、適切な工法が選択されている ・ 環境への影響は、工事期間に十分な配慮と緩和策を講じることにより十分に対応可能である 	【×】 ゼロオプションは推奨されない。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 通行する地域住民の安全を確保できない ・ 土砂流出による国道の長期間通行止めを回避することは困難であり、通行する地域住民の生活への影響を避けられない ・ 災害発生時の公共交通の遮断、物資の輸送の停滞を回避できない ・ 流出土砂の排除、復旧工事にコストがかかると懸念される

表 2-31 代替案比較検討表 (07-18B 地区)

項目		第1案	第2案	ゼロオプション
斜面概要	斜面状況および想定される災害の種類, 規模 う回路	比高約100mの崩壊斜面で沢状地形を呈する植生が回復しているが、背後に古い滑落崖があり不安定化する恐れがある	なし	
工事概要	工種	【のり枠工】 【植生工】	【排水工】 【編柵工】 【植生工】 【落石防護柵工】	対策工なし
	維持管理	維持管理上の技術的問題は少ない。	木製の編柵工の腐食前に木本が適度に育成している必要があり、編柵工、木本類ともに、適切な維持管理が必要。	なし
	経済性	第2案と比較してコスト高となる。	木製の編柵工が主体となるため安価である。	災害発生時に、国道および周辺の土砂除去が必要であり、コストが発生する。
環境社会配慮	社会環境	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転は発生しない う回路がなく、工事期間は通常の通行に障害が生じる 工事期間は残土・廃棄物が発生する(第1案・第2案とも同等量) 	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転は発生しない う回路がなく、工事期間は通常の通行に障害が生じる 工事期間は残土・廃棄物が発生する(第1案・第2案とも同等量) 	<ul style="list-style-type: none"> 雨季は落石・表層崩壊が発生する可能性があり、流出土砂により国道が埋没し、長期間相互の通行が困難になる可能性がある。
	自然環境	<ul style="list-style-type: none"> 斜面対策工は荒廃した自然斜面の保護であり、工事の規模も小さい。地形・気象・水象等の周辺自然環境に大きな影響を与えない 	<ul style="list-style-type: none"> 斜面対策工は荒廃した自然斜面の保護であり、工事の規模も小さい。地形・気象・水象等の周辺自然環境に大きな影響を与えない 	影響しない
	推奨される最適案とその根拠	<p>【△】 この対策工案は推奨されない。 <ul style="list-style-type: none"> 想定される災害に対し適切な工法が選択されているが、事業費が高い </p>	<p>【○】 この対策工案は最適案として推奨される。 <ul style="list-style-type: none"> 想定される災害に対し、適切な工法が選択されている 事業費が安い 環境への影響は、工事期間に十分な配慮と緩和策を講じることにより十分に対応可能である </p>	<p>【×】 ゼロオプションは推奨されない。 <ul style="list-style-type: none"> 通行する地域住民の安全を確保できない 土砂流出による国道の長期間通行止めを回避することは困難であり、通行する地域住民の生活への影響を避けられない 災害発生時の公共交通の遮断、物資の輸送の停滞を回避できない 流出土砂の排除、復旧工事にコストがかかる </p>

表 2-32 代替案比較検討表 (07-18C 地区)

07-18C 地区		ゼロオプション
項目		第1案
斜面概要	斜面状況および想定される災害の種類、規模	<ul style="list-style-type: none"> ・ 比高約 40m の崩壊斜面からなる ・ 風化が進行し、軟岩化した岩盤が露出しており、下部には崩壊土砂の堆積が認められる ・ 斜面上部には最大径 3m の不安定岩塊が存在する ・ 斜面内は急勾配かつ植生がつかず、浸食に対して不安定な斜面となる ・ 残存土砂の再崩落、径 80cm～300cm の落石が考えられる
	う回路	なし
工事概要	工種	<p>【ワイヤーロープ掛け工】</p> <p>【切土工】</p> <p>【吹付工】</p> <p>【のり砕工】</p> <p>【落石防護柵工】</p>
	維持管理	維持管理上の技術的問題は少ない。
環境社会配慮	経済性	のり砕工、吹付工の他、個別にワイヤーロープ掛け工を施工するため、植生工や柵工等に比べコストが高い。
	社会環境	<ul style="list-style-type: none"> ・ 住民移転は発生しない ・ う回路がなく、工事期間は通常の通行に障害が生じる ・ 工事期間は残土・廃棄物が発生する
	自然環境	<ul style="list-style-type: none"> ・ 斜面対策工は荒廃した自然斜面の保護であり、工事の規模も小さい。地形・気象・水象等の周辺自然環境に大きな影響を与えない
推奨される最適案とその根拠		<p>【×】</p> <p>ゼロオプションは推奨されない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 通行する地域住民の安全を確保できない ・ 土砂流出による国道の長期間通行止めを回避することは困難であり、通行する地域住民の生活への影響を避けられない ・ 災害発生時の公共交通の遮断、物資の輸送の停滞を回避できない ・ 流出土砂の排除、復旧工事にコストがかかると <p>【○】</p> <p>この対策工案は最適案として推奨される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 想定される災害に対し、適切な工法が選択されている ・ 環境への影響は、工事期間に十分な配慮と緩和策を講じることでより十分に対応可能である

表 2-33 代替案比較検討表 (07-18D 地区)

07-18D 地区		ゼロオプション
項目		第1案
斜面概要	斜面状況および想定される災害の種類、規模	<ul style="list-style-type: none"> 斜面全体は木本類を主体とした植生が密生し、比較的安定した斜面 斜面下部には高さ5m程度の小規模な崩壊地あり今後も同規模の崩壊の発生が予想される 斜面上部からの落石の発生が予想される
工事概要	う回路	なし
環境社会配慮	工種	対策工なし
	維持管理	なし
	経済性	災害発生時に、国道および周辺の土砂除去が必要であり、コストが発生する。
	社会環境	<ul style="list-style-type: none"> 雨季は落石・表層崩壊が発生する可能性があり、流出土砂により国道が埋没し、長期間相互の通行が困難になる可能性がある。
推奨される最適案とその根拠	自然環境	影響しない
		<p>【×】</p> <p>ゼロオプションは推奨されない。</p> <ul style="list-style-type: none"> 通行する地域住民の安全を確保できない 土砂流出による国道の長期間通行止めを回避することは困難であり、通行する地域住民の生活への影響を避けられない 災害発生時の公共交通の遮断、物資の輸送の停滞を回避できない 流出土砂の排除、復旧工事にコストがかかか
		<p>【○】</p> <p>この対策工案は最適案として推奨される。</p> <ul style="list-style-type: none"> 想定される災害に対し、適切な工法が選択されている 環境への影響は、工事期間に十分な配慮と緩和策を講じることにより十分に対応可能である

表 2-34 代替案比較検討表 (07-18E 地区)

07-18E 地区		ゼロオプシオン
第1案		
斜面概要	斜面状況および想定される災害の種類、規模	<ul style="list-style-type: none"> ・ 比高約 90m の崩壊跡地 ・ 崩壊して表土を失った上部斜面と、崖錐堆積斜面に区分され、その崖錐堆積物の厚さは 5m 程度である ・ 斜面下部堆積土砂の再崩壊と、上部斜面からの落石が想定される
	う回路	なし
工事概要	工種	<ul style="list-style-type: none"> 【排水工】 【編柵工】 【切土工】 【のり砕工】 【植生工】 【落石防護網】
	維持管理	木製の編柵工の腐食前に木本が適度に育成している必要がある、編柵工、木本類ともに、適切な維持管理が必要。また落石防護網についても、除石が必要。
	経済性	斜面上部は樹木の育成が確認でき、安価な排水工と植生工、網柵工を採用しコスト減を図っている。
環境社会配慮	社会環境	<ul style="list-style-type: none"> ・ 住民移転は発生しない ・ う回路がなく、工事期間は通常の通行に障害が生じる ・ 工事期間は残土・廃棄物が発生する
	自然環境	<ul style="list-style-type: none"> ・ 斜面対策工は荒廃した自然斜面の保護であり、工事の規模も小さい。地形・気象・水象等の周辺自然環境に大きな影響を与えない。
	推奨される最適案とその根拠	<p>【○】 この対策工案は最適案として推奨される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 想定される災害に対し、適切な工法が選択されている ・ 環境への影響は、工事期間に十分な配慮と緩和策を講じることにより十分に対応可能である <p>【×】 ゼロオプシオンは推奨されない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 通行する地域住民の安全を確保できない ・ 土砂流出による国道の長期間通行止めを回避することは困難であり、通行する地域住民の生活への影響を避けられない ・ 災害発生時の公共交通の遮断、物資の輸送の停滞を回避できない ・ 流出土砂の排除、復旧工事にコストがかかると

表 2-35 代替案比較検討表 (07-18F 地区)

項目		第1案	07-18F 地区	ゼロオプシオン
斜面概要	斜面状況および想定される災害の種類、規模 う回路	<ul style="list-style-type: none"> 比高約 40m の崩壊跡地 D 区間から連続する滑落崖が認められる 小規模の表層崩壊および落石の発生が考えられる 		
工事概要	工種	【落石防護柵 (ガビオン工)】		対策工なし
	維持管理	防護柵背後ボケットの空き容量確保 (不定期) の必要がある。		なし
	経済性	ガビオン工のみの対策工であるため、安価である。		災害発生時に、国道および周辺の土砂除去が必要であり、コストが発生する。
環境社会配慮	社会環境	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転は発生しない う回路がなく、工事期間は通常の通行に障害が生じる 工事期間は残土・廃棄物が発生する 		<ul style="list-style-type: none"> 雨季は落石・表層崩壊が発生する可能性があり、流出土砂により国道が埋没し、長期間相互の通行が困難になる可能性がある。
	自然環境	<ul style="list-style-type: none"> 斜面对策工は荒廃した自然斜面の保護であり、工事の規模も小さい。地形・気象・水象等の周辺自然環境に大きな影響を与えない 		影響しない
推奨される最適案とその根拠		<p>【○】 この対策工案は最適案として推奨される。</p> <ul style="list-style-type: none"> 想定される災害に対し、適切な工法が選択されている 環境への影響は、工事期間に十分な配慮と緩和策を講じることにより十分に対応可能である 		<p>【×】 ゼロオプシオンは推奨されない。</p> <ul style="list-style-type: none"> 通行する地域住民の安全を確保できない 土砂流出による国道の長期間通行止めを回避することは困難であり、通行する地域住民の生活への影響を避けられない 災害発生時の公共交通の遮断、物資の輸送の停滞を回避できない 流出土砂の排除、復旧工事にコストがかかる

表 2-36 代替案比較検討表 (07-19 地区)

07-19 地区	
項目	第1案 ゼロオプシオン
斜面状況および想定される災害の種類, 規模	<ul style="list-style-type: none"> 最大高さ約 90m、斜面延長約 215m、平均斜度 45° 程度の全体に亀裂が発達した緩んだ岩盤からなる 道路から直高 40m 付近より上部は未固結の堆積岩類が分布し亀裂が発達し、一部土砂状を呈する 斜面下部の中央付近には長さ 20m 幅 15m 規模の巨大な岩塊が斜面内に留まっている 岩盤分布域の最上部付近には一部オーバーハングした浮石が存在し、最大径 3m 程度の不安定岩塊が残存する 頁岩の層理面に沿った亀裂の発達した岩盤やオーバーハング部分の滑落及び落石、最大径 3m 程度の不安定岩塊の崩落、斜面上部の未固結岩類～土砂状部分からの崩落が考えられる
う回路	なし
工事概要	<p>【ワイヤーロープ掛け工】</p> <p>【根固め工】</p> <p>【切土工】</p> <p>【のり砕工】</p> <p>【吹付工】</p> <p>【のり砕工+ロックボルト工】</p> <p>対策工なし</p>
維持管理	なし
経済性	抑止工が複数あり、斜面の自然植生や柵工と植生工などを利用した工法ではないため、比較的高コストとなる。
社会環境	<ul style="list-style-type: none"> 住民移転は発生しない う回路がなく、工事期間は通常の通行に障害が生じる 工事期間は残土・廃棄物が発生する
自然環境	<ul style="list-style-type: none"> 斜面対策工は荒廃した自然斜面の保護であり、工事の規模も小さい。地形・気象・水象等の周辺自然環境に大きな影響を与えない
環境社会配慮	<p>【○】</p> <p>この対策工案は最適案として推奨される。</p> <ul style="list-style-type: none"> 想定される災害に対し、適切な工法が選択されている 環境への影響は、工事期間に十分な配慮と緩和策を講じることにより十分に対応可能である <p>【×】</p> <p>ゼロオプシオンは推奨されない。</p> <ul style="list-style-type: none"> 通行する地域住民の安全を確保できない 土砂流出による国道の長期間通行止めを回避することは困難であり、通行する地域住民の生活への影響を避けられない 災害発生時の公共交通の遮断、物資の輸送の停滞を回避できない 流出土砂の排除、復旧工事にコストがかかると
推奨される最適案とその根拠	

(5) スコーピング

本事業の道路防災対策の実施予定箇所（以下、「工事箇所」という）について、JICA 環境ガイドラインに基づくスコーピングを実施した(表 2-37 参照)。対象地区である 5 地区（07-02、07-03、07-11、07-18、07-19）は工法に違いはあるが、斜面对策工としての規模・工法が環境に与える影響が類似している影響項目については一括してスコーピングを行った。影響項目により評価内容が異なる場合は、斜面对策工と土石流対策工を区分して評価した。

表 2-37 スコーピング案

影響項目	対策工	評価		評価理由	
	斜面/ 土石流	工事前 工事中	供用時		
汚染対策					
1	大気汚染	共通	D	D	工事中：本事業で実施する斜面对策および土石流対策で発生する掘削時のホコリは、工事期間中の土工施工時に限られ、また作業員は掘削現場から離れて作業を実施する。また工事箇所周辺に居住地はなく、人体に影響を及ぼす大気汚染を発生させるような作業は想定されない。 供用時：本事業は荒廃した斜面及び溪流の保護であるため、供用時に大気汚染を引き起こす影響は想定されない。
2	水質汚濁	共通	C	D	工事中：残土が適切に処理されない場合、残土が河川に流出し水質汚濁の原因となる可能性があるため、調査が必要である。
3	廃棄物	共通	B	D	工事中：土工による残土の発生や廃材の発生が想定される。 供用時：周辺環境に影響を及ぼすような廃棄物の発生は想定されない。
4	土壌汚染	共通	D	D	工事中：本事業で実施する道路防災対策は、有害物質を排出することは想定されていない。
5	騒音・振動	共通	D	D	本事業の道路防災対策は、居住地外で実施されるため、騒音・振動の影響は想定されない。
6	地盤沈下	共通	D	D	本事業で実施する道路防災対策では、地下水揚水や大深度の掘削を実施しないため、地盤沈下は想定されない。
7	悪臭	共通	D	D	本事業で実施する道路防災対策では、悪臭を引き起こすような作業等は想定されない。
8	底質	共通	D	D	本事業で実施する道路防災対策では、底質に影響を及ぼすような作業等は想定されない。
自然環境					
9	保護区	共通	C	D	工事前：本事業の対象地（工事箇所及び施工に必要な用地）周辺に、本事業が影響を及ぼす可能性のある保護区の有無を調査する必要がある。
10	生態系	共通	D	D	本事業で実施する道路防災対策は、いずれも小規模で、生態系に著しい変化を与えることは想定されない。
11	水象	斜面	D	D	本事業で実施する斜面对策は、河川の水流量や河床の変化へ影響を与えないと想定される。
		土石流	D	D	本事業で実施する土石流対策は、透過型堰堤であり施工前後で近隣河川へ流入する水量に変化はないため、河川の水流量や河床の変化に変化を引き起こさないと想定される。
12	地形、地質	共通	D	D	本事業は、既存道路の道路防災対策であり、大規模な地形改変を行わないことから、地形・地質への影響はほとんどないと想定される。
社会環境					
13	住民移転	共通	C	D	工事中：工事箇所に居住者はいないため非自発的住民移転は発生しないが、施工に必要な用地（資材置き場等）で住民移転が必要ないか確認する必要がある。
14	貧困層	共通	D	D	本事業の対象地（工事箇所及び施工に必要な用地）に居住者はいない。
15	少数民族・先住民族	共通	D	D	本事業の対象地（工事箇所及び施工に必要な用地）に少数民族・先住民族はいない。
16	雇用や生計手段等の地域経済	共通	D	D	本事業は、既存道路の道路防災対策であり、地域経済への負の影響は想定されない。

17	土地利用や地域資源利用	共通	D	D	本事業計画は、既存道路の道路防災対策であり、土地利用や地域資源利用への影響は想定されない。
18	水利用	斜面	D	D	本事業で実施する斜面对策は、既存道路の斜面で実施されるため、水利用者および水利用施設はなく、水利用への影響はないと想定される。
		土石流	C	D	工事中：本事業で実施する土石流対策箇所水利用者および水利用施設が存在する場合、水利用への影響が考えられるため、水利用の有無の確認が必要である。 供用後：本事業で実施する土石流対策は、透過型堰堤であり施工後も流量に変化はないため、水利用に影響を及ぼさないと想定される。
19	既存の社会インフラや社会サービス	共通	D	D	本事業は、既存道路の道路防災対策であり、既存の社会インフラや社会サービスへの負の影響は想定されない。
20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	共通	D	D	本事業は、既存道路の道路防災対策であり、社会関係資本や地域の意思決定機関等への負の影響は想定されない。
21	被害と便益の偏在	共通	D	D	本事業は、既存道路の道路防災対策であり、周辺地域への不公平な被害や便益をもたらすことは想定されない。
22	地域内の利害対立	共通	D	D	本事業は、既存道路の道路防災対策であり、地域内の利害対立は想定されない。
23	文化遺産	共通	C	D	工事前：本事業の対象地（工事箇所及び施工に必要な用地）周辺に、本事業が影響を及ぼす可能性のある遺跡・文化財の有無を調査する必要がある。
24	景観	共通	D	D	本事業は、既存道路の道路防災対策であり、荒廃した斜面及び溪流を修復するものであるため、景観への負の影響は想定されない。
25	ジェンダー	共通	C	D	工事中：女性の長時間労働、重労働や、男女作業員間の賃金格差等が発生する可能性の有無について調査する必要がある。
26	子どもの権利	共通	C	D	工事中：子どもの不当労働が発生する可能性の有無について調査する必要がある。
27	HIV/AIDS等への感染症	共通	C	D	工事中：作業員の流入により、HIV/AIDS 拡散の可能性の有無について調査する必要がある。
28	労働環境（労働安全を含む）	共通	C	D	工事中：劣悪な労働環境で労働を強いられる可能性の有無について調査する必要がある。
その他					
29	事故	共通	B	D	工事中：工事箇所において、車線規制が必要な場合に交通事故の発生が予想される。 供用時：本事業は、既存道路の道路防災対策であり、本事業の実施による供用時の交通事故の増加は想定されない。
30	越境の影響、及び気候変動	共通	D	D	本事業で実施する既存道路の道路防災対策は、いずれも小規模で、越境の気候及び気候変動への影響は想定されない。

A：重大なインパクトが見込まれる

B：多少のインパクトが見込まれる

C：不明（検討する必要がある、今後の調査で明確にする必要がある）

D：ほとんどインパクトは考えられない

スコーピング結果から、複数の環境項目について負のインパクトに関する環境社会配慮調査が必要であると判断された。これらの項目は、各道路防災対策の設計方針と照合して調査、検証を行う。

(6) 環境社会配慮調査結果

本事業の工事箇所は国道7号線アンゴストゥーラ～パリサーダ間に位置する07-02、07-03、07-11、07-18、07-19の5地区である。対策工一般図を図3-29～図3-40に示す。

(a) 水質汚濁

道路防災対策工の施工時に、「水質汚濁」において負の影響を与える可能性のある作業は、表土および基盤岩の掘削で生じた残土の処理である。工事で発生する残土を適切に処理しない場合、浸食による土砂の流出やそれによる河川の濁度の上昇などの負の影響が想定される。発生が予想される残土量を表2-38～表2-39に示す。

【07-02 地区】

本地区では、施工時の法面整形と舗装復旧工において以下の数量の残土と廃棄物が見込まれる（表 2-38）。

表 2-38 07-02 地区における残土及び廃棄物量

	対策工	名称	規格	数量 (m3)
排出	土工	掘削	礫質土	362.0
	舗装復旧工	破砕量		166.6
	小計(1)			528.6
使用				0.0
	小計(2)			0.0
	計(1)-(2)			528.6

【07-03 地区】

本地区では、砂防堰堤堤体及び流路工施工箇所掘削のほか、ダム空き容量の常時確保を目的とした浚渫のための管理用道路の施工が計画されている。この管理用道路工の掘削、盛土量を差し引いた値が残土となる（表 2-39）。

表 2-39 07-03 地区における残土量

	対策工	名称	規格	数量 (m3)
排出	土工	掘削	土砂、軟岩 I	4,723.8
	管理用道路	掘削	土砂	415.3
	小計(1)			5,139.1
使用	管理用道路	盛土		1,370.5
	小計(2)			1,370.5
	計(1)-(2)			3,768.6

【07-11 地区】

本地区では、斜面整形による排土のほか、水路、集水柵、床固工施工時の掘削および床掘と埋戻し量を差し引いたものが残土となる（表 2-40）。

表 2-40 07-11 地区における残土及び廃棄物量

	対策工	名称	規格	数量 (m3)
排出	土工	掘削/床掘	礫質土	1,193.2
	水路工	床掘		511.2
	集水柵	床掘	礫混じり土	64.3
	床固工	掘削/床掘	礫質土	186.0
	小計(1)			1,954.7
使用	土工	埋戻		25.3
	水路工	埋戻		279.9
	集水柵	埋戻		27.7
	床固工	埋戻、盛土		26.7
	小計(2)			359.6
計(1)-(2)			1,595.1	

【07-18 地区】

本地区は 6 区間に分けられ、コンクリート吹付法枠工、ノンフレーム工法、落石防護柵工、ガビオン工、編柵工、ケーブルネット工が施工される計画である。既設のガビオン工の撤去と舗装復旧工を残土量に加えて、盛土量を差し引いたものが残土となる（表 2-41）

表 2-41 07-18 地区における残土及び廃棄物量

	対策工	名称	規格	数量 (m ³)
排出	土工	掘削	土砂、軟岩 I	3,887.1
	土工	ガビオン撤去		213.2
	舗装復旧工	破砕量		157.5
			小計(1)	4,257.8
使用	土工	盛土		73.4
			小計(2)	73.4
			計(1)-(2)	4,184.4

【07-19 地区】

本地区では、盛土、埋戻しは行わないため土工による掘削量が残土となる（表 2-42）。

表 2-42 07-19 における残土量

	対策工	名称	規格	数量 (m ³)
排出	土工	掘削	土砂、軟岩 I	1,273.7
			小計(1)	1,273.7
使用				0.0
			小計(2)	0.0
			計(1)-(2)	1,273.7

(b) 廃棄物

道路防災対策工の施工時に、上記発生土の工事箇所および土捨て場における不適切な残土処理による負の影響が想定される。

(c) 保護区

“アンボロ国立公園”は国道 7 号線と国道 4 号線の、東部アンデス山脈が南に向きを変える“アンデスの肘”に当たるサンタクルス県に位置している。“アンボロ国立公園”には多くの動植物の貴重種が生息しており、この自然保護区の気象は高地で低温、そして低地で温暖である。年平均気温は標高によって異なるが、12～24℃である。当該国立公園の概要を下記に示す。

- 設立 : 1984 年設立；1990 年から保護対策開始
- 位置 : サンタクルス県
- 面積 : 6,370 km²
- 標高 : 300～2,500m
- 主要生息型 : 湿潤広葉樹林及び高地草原
- 利用状況 : エコ・ツーリズム



図 2-68 アンボロ国立公園の中央部

アンボロ国立公園の分布位置と工事实施予定箇所を図 2-69 に示す。国立公園は、国道 7 号線北側を北西-南東方向に走る、Ichilo 川流域と Grande 川流域の分水嶺の北側である Ichilo 川流域内に位置している。工事箇所は Grande 川流域に位置し、国立公園から約 10km 離れているため、当国立公園への影響は想定されない。



図 2-69 アンボロ国立公園とサマイパタ遺跡の位置と工事实施予定箇所

(d) 住民移転

本事業の実施に必要な用地として、資材置き場・仮設ヤードおよび土捨て場について現地調査を行い、候補地を選定した。候補地は ABC 担当者と協議し、安全性が確保されている ABC 管理の敷地を選定した。

Bermejo 資材置き場・施工ヤード候補地は A 区域 (07-02、07-03、07-11) を対象とし、Samaipata (Cumbre) および Samaipata (Mariana) の資材置き場・施工ヤード候補地については、B 区域 (07-18、07-19) を対象とする。土捨て場については、ABC 敷地内で環境ライセンス取得済みのエリア内を使用する。用地使用が予定される地点の一覧を表 2-43 に示す。

表 2-43 用地使用予定地点一覧表

用地使用 (名称)	距離呈	住民移転	備考
資材置き場・施工ヤード			
Bermejo (Centro)	422km+500m	なし	ABC 敷地内
Samaipata (Cumbre)	375km+600m	なし	ABC 敷地内かつ環境ライセンス取得エリア内に位置する
Samaipata (マイラナ)	365km+200	なし	ABC 敷地内
土捨て場			
Bermejo (Puente)	416km+800m	なし	ABC 敷地内かつ環境ライセンス取得エリア内に位置する
Samaipata (Cumbre)	375km+600m	なし	ABC 敷地内かつ環境ライセンス取得エリア内に位置する

(e) 水利用

本事業のうち 07-03 地区は土石流対策工を実施する。当該地区は乾期（4 月～10 月）においては常時流水が確認されず、取水施設等の水利用は認められない。周辺に住宅地はなく工事による水利用への影響はないと考えられる。



図 2-70 07-03 溪流の状況

(f) 文化遺産

遺跡文化財として、07-02 地区及び 07-03 地区から 30km、07-11 地区から約 17 km、07-18 地区及び 07-19 地区から約 12km に位置する山頂にインカ時代の遺跡であるサマイパタ遺跡が位置しており、“エル・フエルテ”と呼ばれ、古代インカを知る重要な遺跡で、世界遺産に指定されている。

“エル・フエルテ”遺跡の概要を以下に示す。

- 発見 : 早期スペイン人により発見され“エル・フエルテ”と呼ばれた。
- 位置 : サンタクルス県サマイパタ市
- 標高 : 1,950 m
- 遺跡内容 : インカの宗教儀式の地



図 2-71 サマイパタの山頂に立地するサマイパタ遺跡

サマイパタ遺跡は、国道 7 号線周辺に位置するが、本事業の工事箇所からは 12km～30km 離れているため、工事による負の影響は想定されない。

(g) ジェンダー

本事業は、5 地区において約 2 年間にわたり実施される。したがって、本事業の実施に際して、鉄筋工、型枠工、オペレータ、機電工等の技能労働者や普通作業員、警備員等多数の人員が必要となる。女性の労働者が含まれる場合、過大な重労働や長時間労働、賃金格差の発生、契約外の不当労働等が発生することが想定される。

(h) 子どもの権利

本事業は、5 地区において約 2 年間にわたり実施される。したがって、本事業の実施に際して、普通作業員、警備員等多数の人員が必要となるが、作業員に子供が含まれ、不当な労働により子どもの権利が奪われる可能性がある。なお、「ボ」国では 15 歳以下の就労は法律で禁止されている。

(i) HIV/AIDS 等への感染症

本事業は、5 地区において約 2 年間にわたり実施される。したがって、本事業の実施に際し、鉄筋工、型枠工、オペレータ、機電工等の技能労働者や普通作業員、警備員等多数の人員が必要となる。不特定多数の労働者の流入により HIV/AIDS 感染の拡大が懸念される。

(j) 労働環境（労働安全を含む）

本事業は、5 地区において約 2 年にわたり実施される。したがって、本事業の実施に際して、鉄筋工、型枠工、オペレータ、機電工等の技能労働者や普通作業員、警備員等多数の人員が必要となる。「ボ」国における労働基準法等による各規制項目、労働条件（休日、労働時間等）は以下の通りである。

勤務時間（労働基準法）

勤務時間	: 48 時間／週
平日	: 月～土曜日
休日	: 日曜日（契約により変更は可能）
夜間勤務	: 20:00 以降

残業時間の割増しについて（労働基準法）

平日残業	: 25～50%割増
休日・祝日昼間残業	: 100%割増
休日・祝日夜間残業	: 200%割増

給与について（一般慣例）

休日・祝日の補償：日曜日・祝日の給与を補償しなければならない。
雨天日の補償：雨天日（工事休止日）の給与を補償しなければならない。
病気・特別休暇日の補償：病気・特別休暇日の給与を補償しなければならない。

賞与・退職金について（労働基準法）

賞与：1 年働いた場合は給料 1 ヶ月分（1 年未満は働いた月数に比例する）
退職金：1 年働いた場合は給料 1 ヶ月分（1 年未満は働いた月数に比例する）

「ボ」国には上記の法律および慣例があり、本工事においても順守される。よって、労働環境は守られるものと考えられる。

(k) 事故

本事業は、すべての工事箇所において既存道路に隣接する斜面及び溪流で実施される。そのため作業ヤードを確保するため、現道の片側 1 車線規制が必要となる。そのため、交通に障害が発生し、交通事故の増加が懸念される。

(7) 影響の評価

スコーピング結果案と調査結果に基づいた影響評価について表 5 に示す。スコーピングによって環境への影響が懸念されると評価された「B」～「C」の項目のうち、調査結果により「D」となったものについてはその理由を記載し、引き続き「B」～「C」と評価された項目については、緩和策とモニタリング計画を検討する。

表 2-44 スコーピング案および調査結果に基づく影響評価

影響項目	対策工	スコーピング時の評価		調査結果に基づく評価		評価理由	
		斜面/土石流	工事前 工事中	供用時	工事前 工事中		供用時
汚染対策							
2	水質汚濁	共通	C	D	B	D	工事で発生する残土が河川に投げられた場合、水質汚濁が発生する可能性がある。
3	廃棄物	共通	B	D	B	D	工事で発生する残土及び廃棄物が周辺に投げられた場合、水質汚濁を引き起こす原因となることや、周辺の通行障害を引き起こす可能性がある。
社会環境							
9	保護区	共通	C	D	D	D	アンボロ国立公園と工事箇所は約 10km 離れているため、工事による影響は想定されない。
13	住民移転	共通	C	D	D	D	施工ヤードおよび土捨て場等は、ABC 敷地内に設置するため、住民移転は発生しない。
18	水利用	土石流	C	D	D	D	土石流対策を実施する 07-03 地区の溪流は、乾期に流水が確認されず、周辺に居住者はいないため水利用への影響は想定されない。
23	文化遺産	共通	C	D	D	D	サマイパタ遺跡は、工事箇所から約 10km 以上離れているため、工事による影響は想定されない。
25	ジェンダー	共通	C	D	B	D	工事実施に際し、多くの作業員の雇用が発生する。賃金格差や労働条件の格差等が発生する可能性がある。
26	子どもの権利	共通	C	D	B	D	工事実施に際し、多くの作業員の雇用が発生する。子どもの不当労働等が発生する可能性がある。
27	HIV/AIDS 等への感染症	共通	C	D	B	D	工事実施に際し、多くの作業員の雇用が発生する。HIV/AIDS 等の感染症が拡大する可能性がある。
28	労働環境 (労働安全を含む)	共通	C	D	D	D	工事実施に際し、多くの作業員の雇用が発生する。「ボ」の労働基準法と慣習を守り工事は実施されるため、労働環境への影響はないものと考えられる。
その他							
29	事故	共通	B	D	B	D	工事箇所において、作業ヤードを確保するための片側 1 車線規制が必要であるため、交通事故の発生が予想される。

(8) 緩和策および緩和策実施のための費用

各工事箇所において予測された影響の緩和策を検討する。

(a) 水質汚濁

水質汚濁を発生させないために、工事箇所の土工で発生した残土の処理を適切に処理する必要がある。工事箇所周辺の河川への投棄を行わずに、すべての残土を土捨て場に処理することが必要である。

土捨て場の確保

工事を実施する ABC に対し、ABC が管理する敷地において、土捨て場として使用可能なエリアの選定を協議し、現場調査を通じで土捨て場の候補地を選定した。

❖ 【Bermejo 土捨て場】

距離呈：Kp.416+800km

対象対策工施工箇所：07-02、07-03、07-11 地区

対象工事箇所からの距離：07-02 地区より 23.2km、07-03 地区より 22.0km、07-11 地区より 2.4km



図 2-72 ベルメホ土捨て場

❖ 【Cumbre 土捨て場】

距離呈：Kp.375+600km

対象対策工施工箇所：07-18 地区、07-19 地区

対象工事箇所からの距離：07-18 地区より 4.6km、07-19 地区より 5.1km



図 2-73 クンブレ土捨て場

土捨て場の管理

工事が開始された直後から土捨て場には残土が運搬される。土捨て場は施工ヤードと併用して利用されるため、施工ヤードの利用を妨げないように敷地を常時確保する。残土は他の ABC の工事（道路・橋梁の建設を含む）へのリサイクルに努める。上記のように残土処理が適切に行われているか監視する。

(b) 廃棄物

廃棄物による影響を軽減するために、土工で発生した残土および廃棄物の処理を適切に処理する必要がある。工事箇所周辺の河川への投棄を行わずに、すべての残土を土捨て場に処理することが必要である。土捨て場の確保と管理については前述の Bermejo 土捨て場と Cumbre 土捨て場を利用する。適切に廃棄物が土捨て場に処理されているかを監視する。

(c) ジェンダー

女性作業員に対する賃金格差や労働条件の格差を発生させないために、「ボ」国の労働基準法等による各規制項目と労働条件に則った契約で、かつ、男女の賃金格差がないも契約が行われることが必須となる。

本事業は 2014 年に開始され、11 月から 3 月の雨期を除き対象の 5 地区において継続的に実施される。施工監理コンサルタントは工事請負業者に対して男女雇用機会及び雇用条件の均一化についての説明を、工事实施前の 2014 年 3 月までに実施する。工事請負業者は、雇用ごとに上記の内容で契約するものとする。

表 2-45 緩和策実施の内容（ジェンダー）

環境項目	内容	時期	対象機関/対象者	実施機関
ジェンダー	賃金格差、労働条件の男女格差がない契約についての説明	2013 年 3 月まで	工事請負業者	施工監理コンサルタント
	男女均等の契約の実施	雇用時	労働者	工事請負業者

(d) 子どもの権利

子どもに対する低賃金での不当労働を発生させないために、施工監理コンサルタントは、工事請負業者に対して関連法律の十分な説明を実施する。工事契約の際には作業員の身分証明書の提出を義務付けるものとし、工事請負業者への説明は工事实施前の 2014 年 3 月までに実施する。工事实施中は法廷年齢以下の児童の労働がないようにモニタリングするものとする。

表 2-46 緩和策実施の内容（子どもの権利）

環境項目	内容	時期	対象機関/対象者	実施機関
子どもの権利	労働基準法に則った契約者年齢の順守の説明	2014 年 3 月まで	工事請負業者	施工監理コンサルタント
	身分証明書の提示	工事契約時	労働者	工事請負業者

(e) HIV/AIDS 等への感染症

HIV/AIDS 等の感染症を拡散させないために、施工監理コンサルタントは、工事請負業者に対して保健衛生指導の支援を実施する。この指導では、資料等を事前に作成して説明することが望ましい。工事請負業者は、雇用者に対して契約の際に保健指導と資料の配布等を行う。工事請負業者への説明は工事实施前の 2014 年 3 月までに実施する。

表 2-47 緩和策実施の内容（HIV/AIDS 等への感染症）

環境項目	内容	時期	対象機関/対象者	実施機関
HIV/AIDS 等の感染症	保健衛生指導の実施支援（資料配布、説明）	2014 年 3 月まで	工事請負業者	施工監理コンサルタント
	施工監理コンサルタント、工事請負業者及びその雇用者に対する健康診断の実施			
	保健衛生指導の実施	雇用時	労働者	工事請負業者

(f) 事故

工事箇所では、作業ヤードを確保するため片側 1 車線規制が必要であるため、事故防止のための対策を実施する。

作業ヤードは図 2-74 に示すとおり現道を片側 1 車線規制して確保する。作業ヤード前後には交通整理員を配置して一般交通の安全に留意する（図 2-74 参照）。交通整理員は 1 車線規制を行う仮設工（落石防護工）の撤去から復旧までと舗装復旧工を合わせた期間について、24 時間体制で配置することとする。なお、具体的交通規制の要領については、ABC と協議し決定する。また、公共情報機関を利用した交通規制情報の広報を行う。

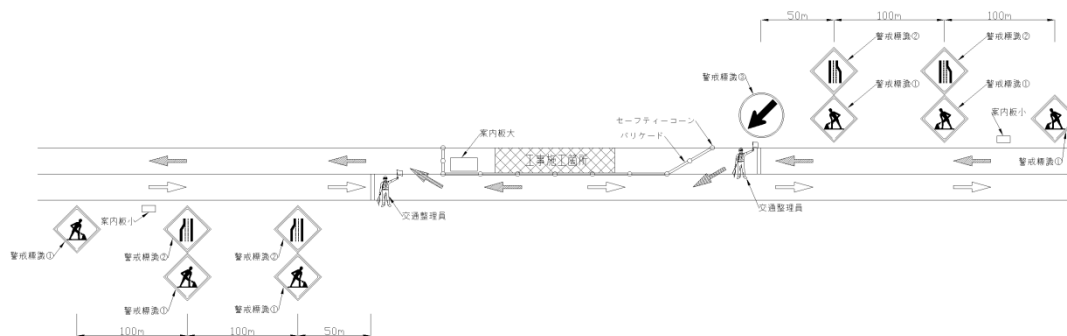


図 2-74 作業ヤード周辺の交通切り回し図（案）

(9) 環境管理計画・モニタリング計画

本事業は、2014 年 4 月から開始され、2015 年 10 月末まで実施される予定である。なお、工事中事故防止のため、雨季期間中は工事を休止する。工期内に予想される環境への影響に対して、検討された緩和策によって適切に実施されているか、モニタリングを実施し管理される必要がある。負の影響を及ぼすと考えられる環境項目の環境管理計画について、工事前と工事中に区分して整理したものを表 2-48、表 2-49 に示す。

表 2-48 環境管理計画（工事前）

影響項目	負の影響	緩和策	実施機関およびモニタリング機関	
社会環境				
25	ジェンダー	B：工事実施に際し、多くの作業員の雇用が発生する。賃金格差や労働条件の格差等が発生する可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> 賃金格差、労働条件の男女格差がない契約についての説明が工事請負会社に対して行われる。 	責任機関：ABC 実施機関：施工監理コンサルタント 対象機関：工事請負業者
26	子どもの権利	B：工事実施に際し、多くの作業員の雇用が発生する。子どもの不当労働等が発生する可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> 労働基準法に則った契約者年齢の順守の説明が工事請負業者に対して行われる。 	責任機関：ABC 実施機関：施工監理コンサルタント 対象機関：工事請負業者
27	HIV/AIDS 等への感染症	B：工事実施に際し、多くの作業員の雇用が発生する。HIV/AIDS 等の感染症が拡大する可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> 雇用時に工事請負会社が労働者に対して実施する保健衛生指導の実施支援を、資料の配布や指導方法の説明などを通じて実施する。 	責任機関：ABC 実施機関：施工監理コンサルタント 対象機関：工事請負業者

表 2-49 環境管理計画（工事中）

	影響項目	負の影響	緩和策	実施機関およびモニタリング機関
汚染対策				
2	水質汚濁	B: 工事で発生する残土が河川に投げられた場合、水質汚濁が発生する可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> 残土の周辺河川への投棄が行われないようにモニタリングを実施する。 - 【07-02】 Pirai 川 - 【07-03】 Pirai 川 - 【07-11】 Pirai 川 - 【07-18、07-19】 なし 	責任機関：ABC 管理機関：施工監理コンサルタント 作業機関：工事請負業者
3	廃棄物	B: 工事で発生する残土及び廃棄物が周辺に投げられた場合、水質汚濁を引き起こす原因となることや、周辺の通行障害を引き起こす可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> 残土および廃棄物が、適切に土捨て場に運搬されているか、モニタリングを実施する。 - 【07-02】 Bermejo 土捨て場 - 【07-03】 Bermejo 土捨て場 - 【07-11】 Bermejo 土捨て場 - 【07-18】 Cumbre 土捨て場 - 【07-19】 Cumbre 土捨て場 	責任機関：ABC 管理機関：施工監理コンサルタント 作業機関：工事請負業者
社会環境				
25	ジェンダー	B: 工事実施に際し、多くの作業員の雇用が発生する。賃金格差や労働条件の格差等が発生する可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> 工事請負業者が、労働者の男女平等契約を励行する。 	責任機関：ABC 実施機関：工事請負業者 対象者：労働者
26	子どもの権利	B: 工事実施に際し、多くの作業員の雇用が発生する。子どもの不当労働等が発生する可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> 工事請負業者が、契約時に身分証明書の提示を求め、15歳未満の子供との契約が行われないことを励行する。 	責任機関：ABC 実施機関：工事請負業者 対象者：労働者
27	HIV/AIDS 等への感染症	B: 工事実施に際し、多くの作業員の雇用が発生する。HIV/AIDS 等の感染症が拡大する可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> 工事請負業者が、契約時に保健衛生指導を労働者に対して実施する。 	責任機関：ABC 実施機関：工事請負業者 対象者：労働者
その他				
29	事故	B: 工事箇所において、作業ヤードを確保するための片側 1 車線規制が必要であるため、交通事故の発生が予想される。	<ul style="list-style-type: none"> 作業ヤード前後に交通整理員を配置して一般交通の安全を確保する。期間は仮設工の撤去から舗装復旧工を合わせた機関に実施する。 	責任機関：ABC 管理機関：施工監理コンサルタント 作業機関：工事請負業者

資料-8 に工事及び環境モニタリング計画表を示す。モニタリングは、施工監理コンサルタント管理の下、工事請負業者が実施し、実施機関である ABC に報告される。

表 2-51 には各工事箇所の工程、＜6.影響の予測＞で示された環境に負の影響を及ぼす可能性のある工事項目を、＜7.緩和策の検討＞において検討された残土処理のモニタリング計画の詳細を示す。

工事中のモニタリング内容は、【水質汚濁】について、残土が河川に投棄されていないか確認し、目視または測定器を用いた濁度の著しい増加の有無を記載する。残土の河川への投棄が行われている場合は速やかに土捨て場への運搬を指示する。モニタリングは、参考資料に示すモニタリングフォームを使用して実施する。

【廃棄物】は、施工時の土工が計画通り実施されているか、計画を超過する排土量が発生していないかを確認し、周辺または河川への廃棄の有無と土捨て場への運搬状況を点検する。また、指定土捨て場の十分な空き容量を確保に努める。

【ジェンダー】は、子どもの低賃金と児童労働（法定年齢以下）についてモニタリングする。

完了時のモニタリング内容は、作業中に発生した排土が適切に土捨て場に処理されていることを確認する。

表 2-50 モニタリング計画表

環境項目	内容	頻度	作業機関	管理機関	責任機関
工事中					
水質汚濁	・工事箇所における残土の河川への投棄の有無 ・残土投棄時の目視による著しい濁度上昇の有無	表 2-51 のとおり	工事請負業者	施工監理コンサルタント	ABC
廃棄物	・残土が適切に土捨て場に捨てられているかの確認 ・計画を超過する残土発生の有無	表 2-51 のとおり	工事請負業者	施工監理コンサルタント	ABC
ジェンダー	・雇用者の契約内容に男女の格差がないか確認する。	表 2-51 のとおり	工事請負業者	施工監理コンサルタント	ABC
子供の権利	・雇用者に15歳以下の子供が含まれていないか確認する。	表 2-51 のとおり	工事請負業者	施工監理コンサルタント	ABC
HIV/AIDS 等への感染症	・衛生講習会の実施状況の確認。	表 2-51 のとおり	工事請負業者	施工監理コンサルタント	ABC
事故	・交通規制時の安全誘導等が適切に行われているか確認	表 2-51 のとおり	工事請負業者	施工監理コンサルタント	ABC

表 2-51 工事及び環境モニタリング計画工程表

	2014										2015									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
07-02地区(水質汚濁)																				
土工																				
舗装復旧工																				
環境モニタリング(初期値計測)	○																			
環境モニタリング(作業中)	△																			
環境モニタリング(完了時)	▲																			
07-03地区(水質汚濁)																				
土工(砂防ダム)																				
土工(ダム管理用道路)																				
環境モニタリング(初期値計測)	○																			
環境モニタリング(作業中)			△																	
環境モニタリング(完了時)						▲														
07-11地区(水質汚濁)																				
土工(切土工)																				
水路工																				
集水枡工																				
床固工																				
環境モニタリング(初期値計測)	○	○																		
環境モニタリング(作業中)	△		△																	
環境モニタリング(完了時)	▲																			
07-18地区(水質汚濁)																				
土工																				
18 舗装復旧工																				
環境モニタリング(初期値計測)	○																			
環境モニタリング(作業中)			△																	
環境モニタリング(完了時)																				
07-19地区(水質汚濁)																				
土工																				
環境モニタリング(初期値計測)																				
環境モニタリング(作業中)																				
環境モニタリング(完了時)																				
全地区(ジェンダー)																				
環境モニタリング																				
全地区(子どもの権利)																				
環境モニタリング																				
全地区(HIV/AIDS等への感染症)																				
環境モニタリング																				
全地区(事故)																				
環境モニタリング																				