

第4章 道路現況

4-1 ポリビア国の道路概況

第3章、3-1 道路セクターの現状と課題で述べたように、国道の整備状況はよくない。アスファルト、コンクリート舗装道路の全体に対する比率が33%、砂利道路の比率が39%と低い。

国道3、16、7、4号線の調査対象区間の整備状況を表4.1に示す。

表4.1 調査対象区間の整備状況 (単位: km)

国道	区間	延長	舗装道路	砂利道	土道	注
3号線	コタバタ～ユクモ	275	0 (0%)	275 (100%)	0 (0%)	コタバタ～サンタバル バラ間新道は現在舗装 改良中
16号線	チャラサニ～アポロ	164	0 (0%)	67 (41%)	97 (59%)	
7号線	エピサナ～エルトルノ	337	268 (80%)	69 (20%)	0 (0%)	
4号線	コロミ～イビルガルサマ	172	172 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	

出所: ウェブサイト <http://www.snc.gov.bo/>

この表より3号線、16号線は舗装道路の比率が0%と劣悪であることが分かる。また幅員に関しては両方の国道とも北の半分以上の区間では車道幅員が約4mと狭い。

4-2 調査対象道路の現状

4-2-1 現地踏査結果

下記のスケジュールで現地踏査を実施した。

国道3号線 (コタバタ～ユクモ、275km)

3/8 ラパス～コタバタ～カラナビ (カラナビ泊)

3/9 カラナビ～ユクモ (ユクモ泊)

3/10 ユクモ～ラパス

(注) 国道3号線のサンイグナシオ・デ・モホス～トリニダ区間は低湿地であり、山岳道路である他区間との技術的不一致があるため、S/W協議において調査対象外となった。

国道16号線 (エスコマ～チャラサニ～アポロ、251km)

3/11 ラパス～エスコマ～チャラサニ～アポロ (アポロ泊)

3/12 アポロ～ラパス

(注) エスコマ～チャラサニ間は整備済みで問題ないため、S/W協議において調査対象外となった。

国道 7 号線 (エピサナ～エルトルノ、337km)

3/13 ラパス ～サンタクルス (空路)

3/14 サンタクルス～カマラパ～チュロ (カマラパ泊)

3/15 カマラパ～サンタクルス

サンタクルス～ラパス (空路)

(チュロ～エピサナ間は道路封鎖のため踏査できず)

国道 4 号線 (コロミ～イビルガルサマ、172km)

道路封鎖のため踏査できず。

4-2-2 交通量

対象区間の交通量を次に示す。(出所：道路統計 1999～2003)

これらの値は 1996 年の交通量調査結果を基にして交通量の伸びを考慮して上積みしたものである。

国道 3 号線 (コタパタ～ユクモ、275km)

コタパタ～カラナヴィ：393 台/日

カラナヴィ～ユクモ：337～103 台/日(区間により差があり)

国道 16 号線 (エスコマ～チャラサニ～アポロ、251km)

エスコマ～チャラサニ：87 台/日

国道 7 号線 (エピサナ～エルトルノ、337km)

エピサナ～チュロ (県境)：130 台/日

チュロ～コマラパ：130 台/日

コマラパ～エルトルノ：1,501～529 台/日(区間により差があり)

国道 4 号線 (コロミ～イビルガルサマ、172km)

コロミ～ヴィジャ・ツナリ：3,878 台/日

ヴィジャ・ツナリ～イビルガルサマ：3,704 台/日

調査対象道路位置図は巻頭に示されている。

道路災害状況写真をページ 4-3 よりページ 4-9 に示す。

さらに表 4.2、表 4.3、表 4.4 に国道 3、16、7 号線の道路災害台帳を示す。



「地点3-3」 起点コタパタ 119.8km地点 (カラナヴィより 8.8km)



「地点3-4」 起点コタパタ 120.0km地点 (カラナヴィより 9.0km)



「地点3-5」 起点コタパタ 120.2km地点 (カラナヴィより 9.2km)



「地点3-6」 起点コタパタ 122.3km地点 (カラナヴィより 11.3km)



「地点3-8」 距離程不明



「地点3-9」 距離程不明



「地点3-10」 起点コタパタ 153.9km地点（カラナヴィより 42.9km）



同上



「地点3-11」 起点コタパタ 154.5km地点 (カラナヴィより 43.5km)
応急的防災工事実施中



「地点3-12」 起点コタパタより 252.0km地点 (カラナヴィより 141.0km)



「地点16-3」 チャラサニより 91.0km 地点 (アポロより戻り 78.0km)、馬の背状道路(幅員3m)



「地点16-4」 チャラサニより 94.0km 地点 (アポロより戻り 75.0km)



「地点16-5」 距離程不明



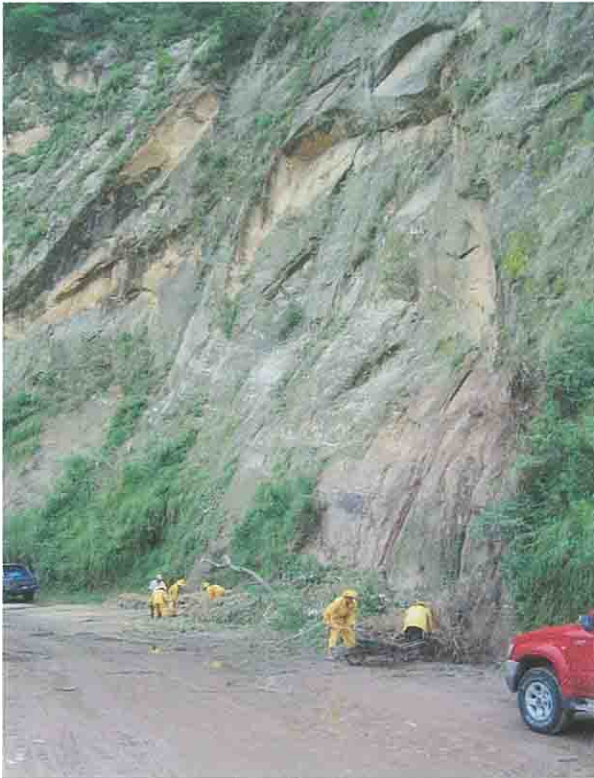
「地点16-6」 距離程不明



「地点16-7」 距離程不明



「地点16-8」 チャラサニより 120.0km 地点 (アポロより戻り 49.0km)



「地点7-1」 コチャバンバより 442.4km(エルトルノより 24.5km) 砂岩



「地点7-2」 コチャバンバより 437.1km (エルトルノより 29.8km)

表4.2 道路災害台帳 国道3号線 コタパタ〜ユクモ (275km)

Hours	km (fm La Paz)	km (fr Cotapata)	Chainage	地点No.	現状	斜面崩壊のタイプ							構造物				注 (写真No)			
						表層崩壊	落石	岩盤崩壊	地すべり	土石流	盛土崩壊	道路舗装	横断排水路	側溝	橋梁					
Mar 8 (Tue)																				
8:25	0.0		La Paz ホテル																	
9:25			ボンゴ		海抜4,500															
10:20 (56.0)																				
10:20	0.0	コタパタ																		
	2.0		新道起点		落石防止ネットあり															
10:35			3+298																	IMG 3337
10:50	5.0																			
11:00	6.0																			
					3径間橋、橋脚洗掘															
			6+084		新トンネル換気室															
			6+980																	
11:57	10.0		10+440		Shot Creorte, Anch Bolts, Cross Drainage OK															3351
12:05	15.0				3段の段切り (No photo)															3352
12:15	15.5																			3353
12:20	15.8		17+375		Gabion, Cross Drain															
12:30	21.2																			
12:40																				
12:53	23.0																			
13:10	24.0			3-1	典型的崩壊															3361~2
13:15	27.0																			
13:30	28.0		29+270		3径間PC杭洗掘															3481
					コンクリート舗装 (+1,500m)															3337
13:45	31.0																			
14:00	34.6		36+904		片橋橋が沈下(地すべりか地盤沈下が原因か?)															3379
14:10	37.5		39+540		珍しい岩															3380
14:15			39+730		クラナ池(?) 写真3枚															
14:25	43.0				がたハルハラで昼食															
16:00	0.0	43.0																		
16:15	5.7	48.7			表層崩壊約200m															
16:30	11.8	54.8	チヤヤ村		海抜810															
16:42	19.1	62.1																		
16:50	22.0	65.0			灌															3391
17:00	23.2	66.2																		
17:08	27.4	70.4																		ベ-リ- 3471~3

Hours	km (fm La P (fr Cotapata)	km	Chainage	地点No.	現状	斜面崩壊のタイプ					構造物				注 (写真No)		
						表層崩壊	落石	岩盤崩壊	地すべり	土石流	盛土崩壊	道路舗装	横断排水路	側溝		橋梁	
17:18	29.0	72.0			アンチヨ村												
	31.6	74.6															
18:10	42.8	85.8	サンペトロ村														
18:15	48.5	91.5	チヨコネ村	3-2	Video有り	○											3459~62
18:40	68.0	111.0	カラウイ村		SNC,SEPCAM事務所												
			カラウイ村(宿泊(カアウーラ ホテル))														3399
Mar 9 (Wed)																	
6:55			出発														
7:30	0.0	111.0	NH Rt. 3 (カラウイ村)														
7:40	3.5	114.5			斜面よくなった												
7:45	4.9	115.9			線形改良のため上斜面切った												
7:55	8.8	119.8		3-3	高くない崖、よく崩れる	○											3404~5
8:00	9.0	120.0		3-4	高くない崖、よく崩れる	○											3407
8:02	9.2	120.2		3-5	道路下、崖崩壊	○		山側崖粘土質									3411
8:04	9.9	120.9															3412
8:10	11.3	122.3	SNC No.11	3-6	No.11長期にわたる崩壊	○											3413
8:20	12.0	123.0	SNCNo.12	3-7	No.12上下とも崩壊	○											3414, 50~56
8:30	12.3	123.3			水の処理大変よい												3415
9:00	18.2	129.2			片栈橋にするか?												3418
	21.3	132.3	カラスコ村														
9:35	24.8	135.8			谷側擁壁必要、H=10m, 2段	○											
10:00	33.5	144.5			排水OK												
10:12	36.5	147.5															
10:20	36.8	147.8															
10:30	37.5	148.5			土取場												
10:35	38.1	149.1			Gabion 2段入れる必要(この付近?)												
10:40	39.7	150.7			水を抜く必要												
10:52	42.9	153.9		3-10	片栈橋必要	○											3447~9
11:00	43.5	154.5		3-11	応急的防災工事実施中	○											3446& 3419
11:20	47.4	158.4			トラック転落事故	○											3445
11:35	52.6	162.6			朝食												
12:30					出発												
12:35	54.5	165.5			PC橋梁、曲がり橋												3436~

Hours	km (fm La Paz)	km (fr Cotapata)	Chainage	地点No.	現状	斜面崩壊のタイプ				構造物				注 (写真No)	
						表層崩壊	落石	岩盤崩壊	地すべり	土石流	盛土崩壊	道路舗装	横断排水		側溝
12:55	67.3	178.3													
13:20															
13:25	71.5	182.5													
13:35															
14:45	114.0	225.0													
15:05	124.0	235.0			県境 (La paz-Beni) 橋あり										
	130.0	241.0			Gabion+改良工事										3432
15:50	141.0	252.0		3-12	岩は粘土をささむ										3424
16:00															
16:05	149.0	260.0			滝、排水OK(φ1.0m)										
17:10	167.0	278.0													
17:50	192.0	303.0			水平な地形										
18:00	194.0	305.0			SNCユク王										

表4.3 道路災害台帳 国道16号線 エスコマ～チャラザニ～アポロ (251km)

Hours	km (fm LaPa)	km (fr Charazani)	Chainage	地点No	現状	斜面崩壊のタイプ					注 (写真No)											
						表層崩壊	落石	岩盤崩壊	地すべり	土石流		盛土崩壊	道路舗装断	排水路	側溝	橋梁						
Mar 11 (Fri)																						
8:15	0.0		ホテル出発																			
9:20			サカ湖横																			
9:25	78.0		ウノ村																			
10:05	?		NH Rt 16 起点	エスコマ																		
10:05	0.0		NH Rt 16 起点	エスコマ																		
	21.0		朝食																			
11:30	80.0		エスコマ村																			
11:35	100.0		カント村																			
12:35	145.0																					
13:15	145.0																					
14:20	160.0																					
14:37	193.0		間違いの可能性あり																			
14:37	193.0	0.0	Charazani 村																			
15:35	227.0	34.0		16-1	橋上流左岸下斜面崩れ	○														3497		
	229.0	36.0																		3501~2		
	232.0	39.0		16-2	大きな崩れ(写真)	○														3504~5		
18:30	299.0	106.0			危ない(明日見る)	○																
20:20	360.0	167.0			Gas Station Apollo																	
21:30	362.0	169.0			宿舎(修道院)																	
	vs 251km in 要請書																					
Mar 12 (Sat)																						
			復路																			
7:10	0.0	169.0			Apollo 出発																	
8:00	19.5	149.5			急カーブ地点 <10箇所>																3523~25	
8:20	25.0	144.0			段切り、排水縦断勾配、排水路OK																	
8:30	27.0	142.0			土取場(フチャイ村)																	
8:40					コヒー畑																	
8:50					コカ葉乾燥																	
9:00	40.9	128.1			すべりやすい坂道																3530	
9:15	43.0	126.0			コカ葉販売店																	
9:30	47.0	122.0			道路脇、碎石場																3532	
9:40	49.0	120.0		16-8	典型的斜面崩壊	○															3433~5	

表4.4 道路災害台帳 国道7号線 エピサナ〜エルトルノ (337km)

Hours	km (Fm El Tor)	Chainage (from Cochabamba)	地点No.	現状	斜面崩壊のタイプ				構造物				注 (写真No.)							
					表層崩壊	落石	岩盤崩壊	地すべり	土石流	盛土崩壊	道路舗装横断排水	側溝		橋梁						
Mar 14 (Mon)																				
8:30				Hotel Kortez	案内者	Supervisor Marcelo Iriarte														
9:20	0.0	466.9		El Toruno																
9:54	14.4	452.5		Punete Taruma																
10:15	24.5	442.4	7-1	シヨアアジヨ村	○						砂利	無し	不十分							上流右岸侵食大 3582
10:20	25.3	441.6		Gabion昨年完成、	○															砂岩、水にもろい 3584~5
10:35				Rio Pirai																
10:40	29.8	437.1	7-2	損傷大きい	○															3586
				ヘカ村																
11:05	37.1	429.8	7-3	表面水侵食	○	○														3588~90
11:13				ヘルホ(赤土)村、赤土の岩																
11:20				ネカラ村																
11:25	55.3			Gabion が有効に働いてし	○															3591
				石油パイプライン建設中(コチャハンバ サンタクルス間 80km/hr																
12:19	92.0			サマハツ村																
13:12	101.0			マライ盆地																
14:45	187.2	279.7		マライ村で昼食																
15:08	206.0	260.9																		
15:35	208.0			Komarapa (宿泊予定地) 案内者																
15:50	213.5	253.4	7-4		○															3594
16:10	218.3	248.6	7-5		○															3595~98
																				前面からも写真
16:25				テレシヤス村																
16:40				コルベラ村 (+3,300m)																
16:50	236.2			Gabion 有効、このあたりルーティンメンテ																2ヶ月/回
17:10				エルハル村																
17:12	240.6			崖壁	○															
17:35				シハリア地区																
17:40	253.6			チコロ村(県境)																

4-2-3 道路災害の種類

調査対象道路の災害は次のように分類される。

- ・ 表層崩壊
- ・ 落石
- ・ 岩盤崩壊
- ・ 地すべり
- ・ 土石流
- ・ 盛土崩壊
- ・ 侵食
- ・ 路体損傷（路床、路盤、舗装）

図 4.1 に斜面崩壊のタイプを示す。

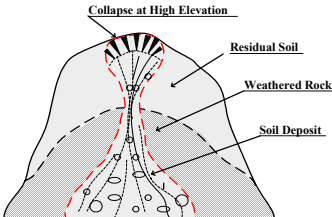
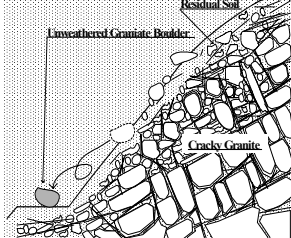
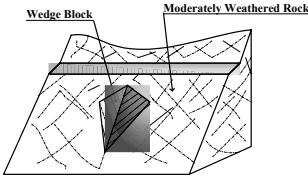
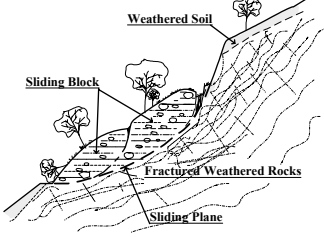
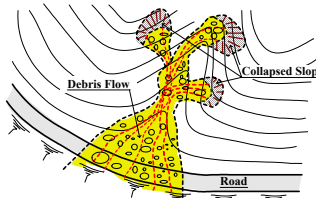
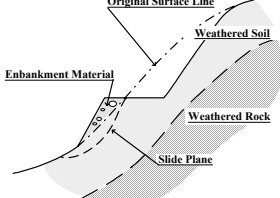
4-2-4 防災対策工

対象道路の災害事例とその防災対策工の関係を表 4.5 に示す。

また図 4.2 は道路防災工の代表例を示す。

さらに次ページ（4-21、4-22）にボリビアで実施されている道路防災工の事例を写真で示す。本格調査において道路防災計画策定とパイロット・プロジェクトの計画を行う上で、これらの例は貴重な参考例となる。

図 4.1 斜面崩壊のタイプ

斜面崩壊 タイプ	一般的特徴	模式図
<p>表層崩壊</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・表層土、強風化岩、亀裂の多く発達した岩盤 ・急斜面 ・降雨との関連性が深い ・規模は約 1,000m³以下 	
<p>落石</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・小岩石の自由落下 ・急斜面・急崖で発生 ・亀裂状況と関連が深い ・岩石の大きさは約 5 m³以下 	
<p>岩盤崩壊</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・岩盤斜面で発生 ・崩壊機構として、「流れ盤」、「くさび」、「トップリング」がある ・規模は 2-3m³以上 	
<p>地すべり</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・緩傾斜で歪んだ特異な地形を示す ・崖錐堆積物、強風化帯が地すべり土塊となる ・規模は約 5,000m³以上 	
<p>土石流</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・粘土・砂、レキからなる混在した流れ ・上流域の斜面崩壊が急流によって土石流に転化 	
<p>盛土崩壊</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・盛土で発生する様々なタイプの崩壊 ・盛土斜面の崩壊・すべり ・法尻部分の洗掘 	

その他道路災害として侵食、路体（路床、路盤、舗装）の損傷が挙げられる。

表4.5 道路災害と防災対策工の関係

番号	災害の種類	事例(地点No.)	対策工	構造	注
1A	表層崩壊(山側)	3-1	擁壁	RC擁壁 練石積 布団籠	
		3-2			
		3-3			
		3-4	吹き付け	コンクリート吹き付け 種吹き付け 植生(植樹、草)	
		3-5			
		3-6	アンカー工		
		3-7			
		3-8			
		3-10			
		3-11			
		3-12			
		16-1			
		16-2			
		16-4			
		16-5			
16-6					
16-8					
7-4					
7-5					
1B	表層崩壊(谷側)	3-2	擁壁	RC擁壁 練石積 布団籠	
		3-3			
		3-5			
		3-6	吹き付け	コンクリート吹き付け 種吹き付け 植生(植樹、草)	
		3-7			
		3-8	構造物	橋梁 片栈橋	
		3-9			
		3-10			
		3-11			
		3-12			
		16-1			
		16-2			
		16-3			
		16-4			
		16-5			
16-6					
16-7					
16-8					
7-5					
2A	岩盤崩壊(山側)	7-1 7-2	擁壁	RC擁壁 練石積 布団籠	崖錘 崖錘
2B	岩盤崩壊(谷側)		擁壁	RC擁壁 練石積 布団籠	
3	落石(山側)	7-3	ネット	全面ネット 擁壁上ネット	
4	侵食	3-2 3-7 3-10 3-11 16-2 16-8	側溝 横断排水路 斜路排水路		
5	土石流	7-3	擁壁	RC擁壁 布団籠	軽度の土石流 のみに有効
6	地すべり	なし	特になし		
7	盛土崩壊	なし			対象道路に 盛土区間なし

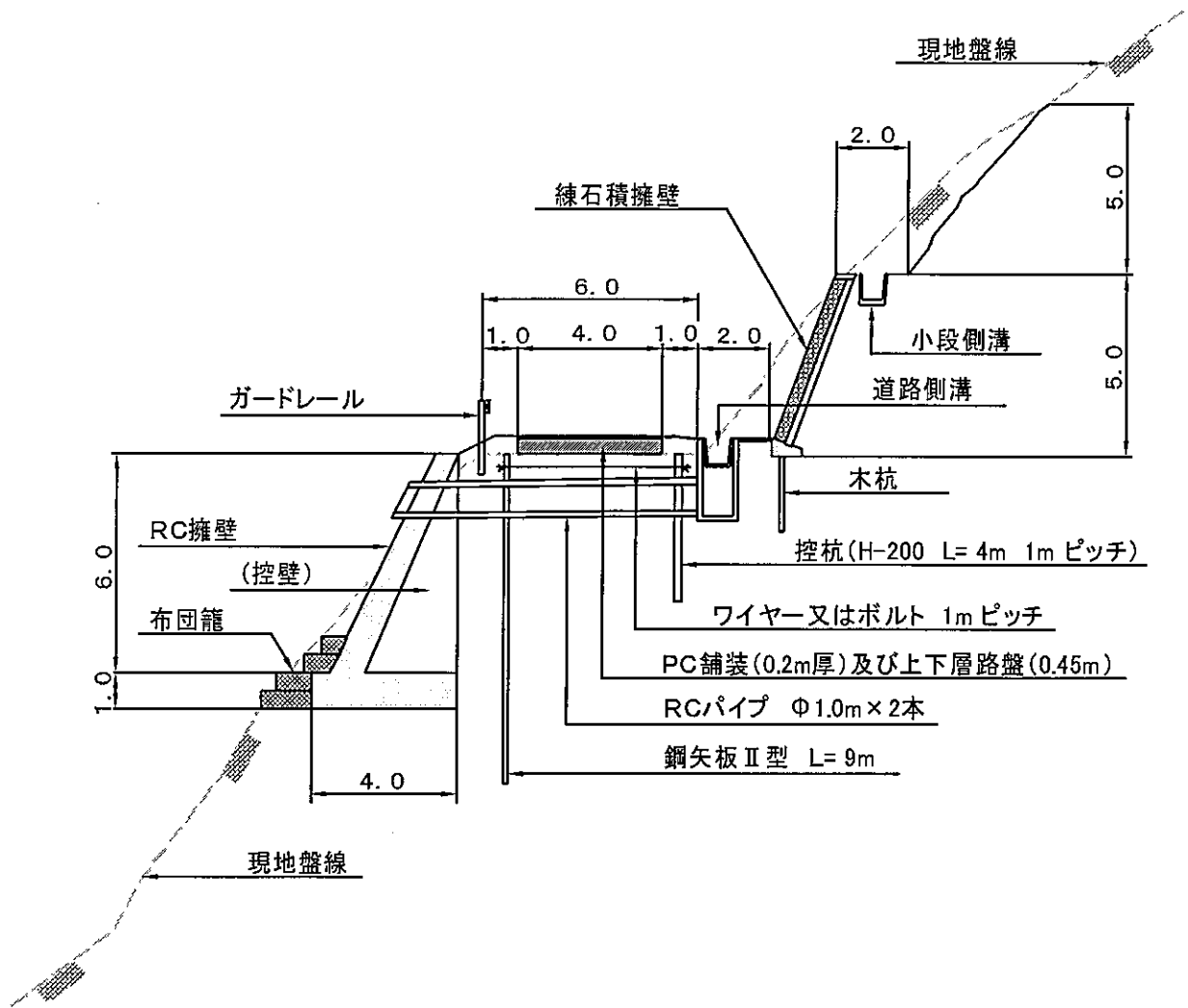


図4.2 道路防災工の代表例(地点3-2、3号線 91.5km)

縮尺 1:200 単位 : m

ポリビアで実施されている道路防災工の例



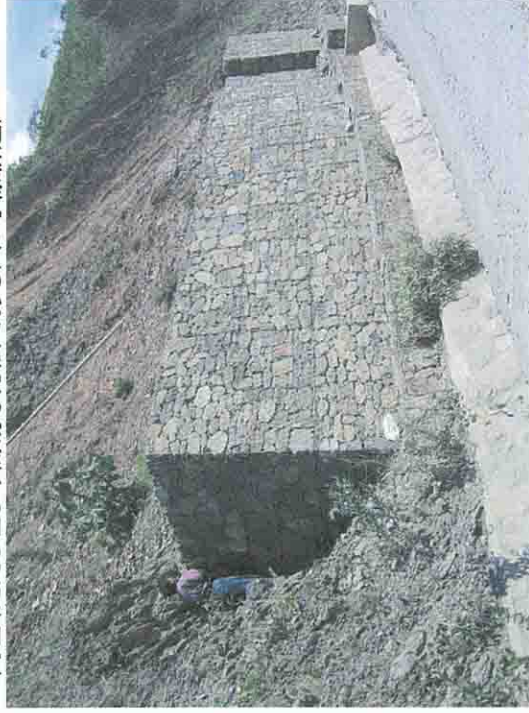
コンクリート吹きつけとアースアンカー工(3号線新道)



同左(ただし左より簡易な方法である)(3号線新道)



落石防止用ネット(3号線新道)



土留め用布団籠と石張り側溝(3号線新道)



山側の布団籠(7号線)



谷側土留めの布団籠(7号線)



横断排水路(RCパイプ2本)(7号線)

4-3 道路防災の現状と課題

4-3-1 SNC 道路防災関連事業の現状

道路防災は道路保全事業の一環として SNC により実施されている。SNC が実施している道路の防災関連事業は以下に述べるように、(1) 恒常的維持管理、(2) 定期的維持管理と(3) 改修（または復旧）と(4) 建設（新設）事業に分類される。

(1) 恒常的維持管理

恒常的維持管理には側溝・小段側溝・横断暗渠の清掃、除草、路面の穴埋めなどを含む。

維持管理の分野でもっとも規模の小さい業務で基本的に **Micro Empreso**（中小企業、または零細企業）に発注される。SNC の管理者（Supervisor）のもとに約 7 名より構成されるグループが恒常的維持管理を担当する。

幹線国道の総延長は 12,255km（第 3 章参照）である。それを 35 区間に分割、発注され、ひとつの中小企業は約 320km を担当することになる。

全国で 290 の中小企業が登録されているが、年間には 35 業者が雇用され、SNC の監理者 35 名の監理のもとに作業を行う。

年間予算は 20～16 百万ドルであり、その財源は SNC 予算からなっている。

(2) 定期的維持管理

恒常的維持管理より規模の大きな維持管理を、定期的維持管理と位置付けている。定期的維持管理には舗装オーバーレイ、砂利補填、路肩修復、側溝・横断暗渠の補修などを含む。

ひとつの地点には 5 年に 1 度の割合で維持管理される。年間に 16 の建設会社が雇用され、その会社の業務を監督する施工監理コンサルタント 16 社が配置される。

財源は道路保全国家会計（有料道路通行料と石油税）より出される。2004 年には 14 プロジェクト、504km に対し 34.3 百万ドルが支出され、6 プロジェクト 222km が着工したが、残り 8 プロジェクトは現在財政上の理由により着工待ちである。

80%は世銀の借款および日本のノンプロジェクトにより調達され、残り 20%はボリビアの国庫で負担している。

(3) 改修（または復旧）工事

耐用年数が経過した区間の路体と付属構造物の抜本的な改修（または復旧）工事であり、その内容としては舗装の更新、路床、路盤の補修、側溝、横断暗渠の更新を含み、全て CAF、IDB、世銀などの国際機関よりの借款を資金として実施されている。

(4) 建設事業

新規の道路建設、アスファルト、コンクリート舗装、大規模構造物の建設または復旧、法面安定化工事で、各ドナーのプロジェクト融資資金と自国の内価分担金を資金源としている。最近実施された SNC による建設事業および改修（または復旧）工事の例を表 4.6 に示す。

4-3-2 道路防災台帳

事前調査において次の情報を入手した。

- (1) 「国道4号線コロミ～イビルガルサマ間クリティカル・セクションの評価」
斜面の崩壊個所について原因、それによる影響、緊急対策、長期的対策が述べられている。しかし対象損傷の地点（距離程）が明記されず、羅列されており、対策工も具体的な表示がない。
- (2) 「国道7号線エピサナ～チュロ間(コチャバンバ県内のみ)」
斜面の崩壊個所の地点（距離程）および対策工の数量も明示されている。
- (3) 「国道3号線コタバタ～カラナビ間（新道区間のみ）」
斜面の崩壊個所の地点（距離程）および対策工の数量も明示されている。
本格調査に際しさらに対象区間全ての調書を収集する必要がある。

4-3-3 道路警報システム

主要国道に交通遮断などが発生した場合、SNCはInternet Webサイトに幹線国道の情報を毎日掲載している。自然災害や道路封鎖による通行不可能区間を表示している。

その1例を図4.3に示す。

4-3-4 道路防災の課題

調査対象道路はボリビアの主要国道のうち道路防災上最も災害が顕著である山岳道路のうちより選定されている。調査対象道路の踏査（現況調査）より判明した課題を列挙する。

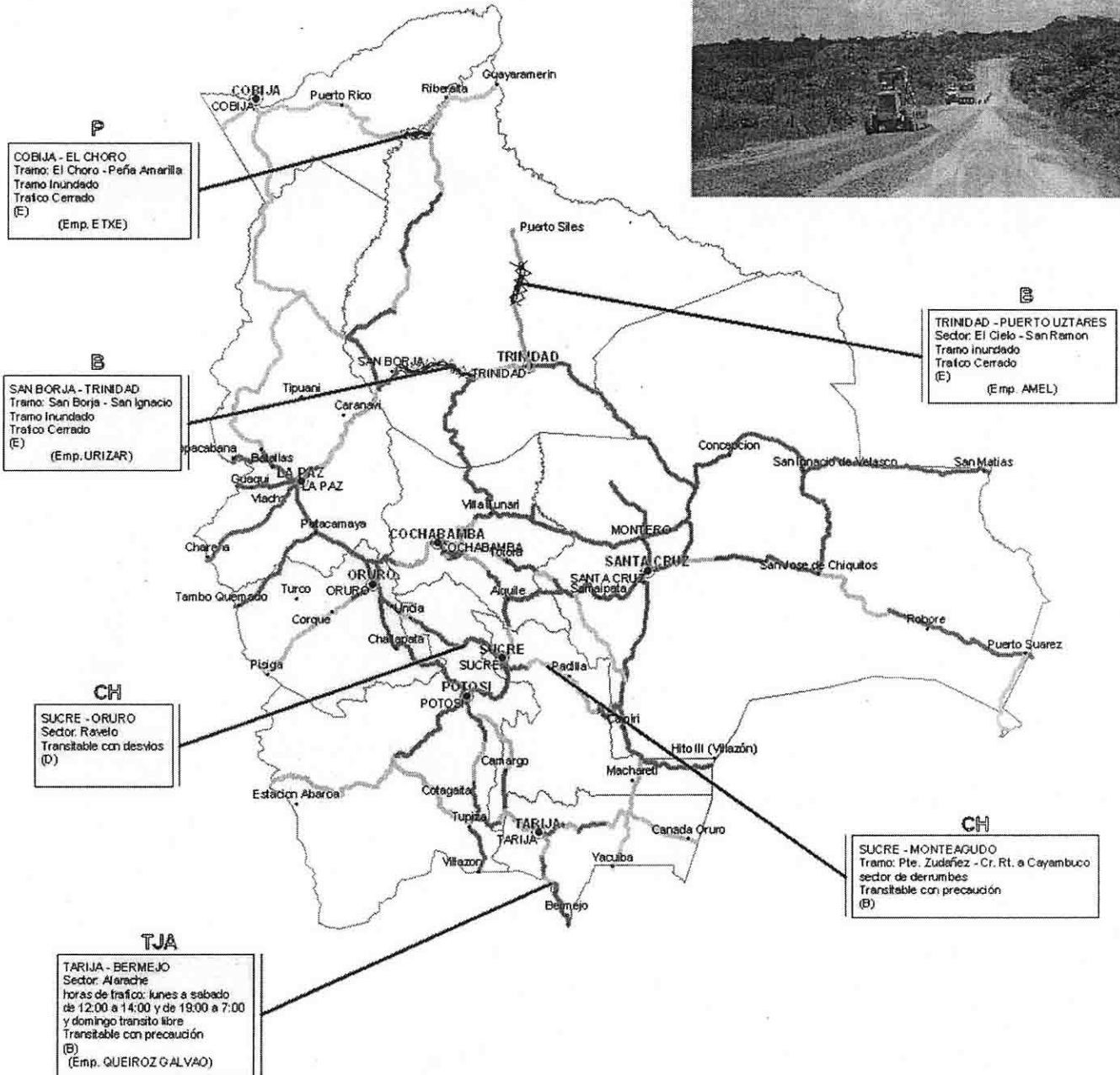
- (1) 点検・診断
系統立てた道路防災の点検記録、診断記録は見られなかった。
- (2) 防災事業の実態
対象道路の災害区間において圧倒的に多いのが斜面崩壊である。その原因は山側、谷側の擁壁が皆無に等しいことと、表面と地下水の処理が満足に行われていないことに起因する。3号線、「地点3-11」154.5km、16号線「地点16-2」39.0kmおよび1～2箇所においてバックホー、ペイローダー、ブルドーザーを使用し、山側斜面の崩壊土砂の撤去、または山側斜面に小段を設置する改修工事を行う程度で、谷側の斜面崩壊に対し全く対策がとられていない。
特に危険なのは、谷側の崩壊が放置され道路幅員がどんどん狭くなっている地点である。放置すれば今年中に交通が遮断されると思われる個所が、3号線と16号線で2～3箇所あるかもしれない。
- (3) 本格調査の実施
上記の理由より本件調査は非常に重要で、緊急を要すると思われる。
本格調査において、道路防災計画策定、マニュアル作成、パイロット・プロジェクト実施により、ボリビアの道路防災は大いに改善されると思われる。
道路防災実施体制における課題は第5章で述べる。



TRANSITABILIDAD AL 21 DE MARZO DE 2005

Hora de Actualización: 11:30

Información Gráfica
Sector: San Ignacio - Concepción
Mantenimiento rutinario - Nivelación a maquina



LEYENDA

Simbolo	Descripción	Kilómetros	Porcentaje
*	Poblaciones		
—	Transitable (A)	7.609,87 KM	58,80 %
- - -	Transitable con precaución (B)	4.962,87 KM	38,35 %
~ ~ ~	Transitable con desvíos (D)	114,42 KM	0,88 %
	No transitable (E)	254,71 KM	1,97 %
	No transitable (Bloqueos)	0 Puntos	

Fecha: 21 de Marzo de 2005
Elaborado por: Ing. Marcelo Cáceres Jerez
Revisado por: Ing. Yanis Ponce de León

% Transitabilidad: 98.03 % (No Incluye Tramos Bloqueados)

Vó Bo: Ing. Renio Antezana Q.

Versión electrónica: Pagina Web: www.snc.gov.bo

図 4.3 道路警報システムの一例