ボリビア多民族国 河川護岸対策

準備調査報告書

平成22年5月 (2010年)

独立行政法人国際協力機構 (JICA)

セントラルコンサルタント株式会社

環境 JR 10-066

ボリビア多民族国 河川護岸対策

準備調査報告書

平成22年5月 (2010年)

独立行政法人国際協力機構 (JICA)

セントラルコンサルタント株式会社

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ボリビア多民族国の河川護岸対策にかかる協力準備調査を実施し、平成 21 年 9 月 29 日から 11 月 19 日まで調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ボリビア政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成22年2月4日から2月10日まで実施された概略設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 22 年 5 月

独立行政法人 国際協力機構 地球環境部長 中川 聞夫

伝 達 状

今般、ボリビア多民族国における河川護岸対策準備調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 21 年 9 月から平成 22 年 5 月までの 8.5 ヶ月にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、ボリビアの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証し、計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 22 年 5 月

セントラルコンサルタント株式会社 ボリビア多民族国 河川護岸対策準備調査団 業務主任 橋本 宏

要約

要約

ボリビア多民族国(以下、「ボ」国)は、人口 1,023 万人(2009 年/国家統計局推計)、国土面積 110 万 km²で、周囲をペルー、チリ、アルゼンチン、パラグアイ、ブラジルの 5 ヵ国と国境を接する内陸 国である。「ボ」国経済にとって物流を担う基本インフラである道路網の整備は、国内のみならず、太 平洋側及び大西洋側の諸国との交易上も重要である。また、その主たる輸送手段は陸送であり人、農産物、生活必需品等の移動・搬送の 70~80%を道路輸送に頼っている。しかしながら、その道路網整備は国土の厳しい地理的条件から遅れており、道路総延長は 67,076km に達するものの、その舗装率は、ボリビア道路管理局(ABC:以下、ABC)が管理する国道で 28%(4,394km)、地方道路では 1%に満たず、メンテナンスも十分でないことから、道路状況は劣悪な状況にある。

「ボ」国の地形は大きくアンデス高原地帯(Altiplano)、東麓の渓谷地帯(Valles)、東部に広がる平原地帯(Llanos)という三つの地域に分けられる。雨期である 11 月から 3 月までは、渓谷では大規模な土砂崩れ、落石、侵食、地すべり等が随所で頻繁に発生し、いたるところで交通止めが生じている。また、平原では洪水による被害が生じ、平野部のサンタクルス県ではアンデス山脈からアマゾン川に注ぐ多くの河川が氾濫し、リオグランデ川、ピライ川、ヤパカニ川、イチロ川等では河岸の洗掘が進んでおり、川沿いの道路や農地の損壊等が問題となっている。特に、ピライ川では、国道 4 号線の日本ボリビア友好橋(以下、日ボ友好橋)の橋梁取付け道路護岸が 2008 年 2 月から 3 月の洪水により約 200m にわたって侵食被害を受け、道路舗装部分が崩壊の危機にさらされた。このため ABC は応急対策を講じ、2009 年 2 月末に工事は完了している。しかし、技術的、経済的に限界があり、再度洪水が発生したときの対応が困難な状況にある。このため、「ボ」国政府は 2008 年のピライ川、ヤパカニ川、イチロ川の洪水により発生した河岸対策について、無償資金協力「河川洗掘による護岸対策」をわが国に要請した。

これに対しわが国は、独立行政法人国際協力機構(JICA)をとおして長期的な河川管理の視点から、プログラム形成調査を実施して、現状の確認、河川護岸対策の実施に必要な制度・事業の検討、提言を通じて、支援策を提示することとなった。これにより JICA は準備調査団を 2009 年 9 月 29 日から 11 月 19 日まで「ボ」国に派遣した。

本プロジェクトの目標は、ピライ川の洪水による侵食に対する国道 4 号線の日ボ友好橋取付け道路の保全に必要な対策(案)を示すことにある。すなわち、洪水により被災した国道 4 号線に位置する日ボ友好橋取付け道路の護岸対策を対象とし、「ボ」国側で実施した応急対策工の技術的評価を行い、中期的な観点から必要な護岸対策案を策定し、対策工の概略設計及び概算事業費の積算を行い、河川管理実施機関等の能力強化支援策の技術協力案を策定することを目的としている。

同調査団は、調査の背景、目的、内容について、「ボ」国公共事業省及び実施主体である ABC と協議、確認を行った。また、調査対象である日ボ友好橋付近の地形及び地質調査を実施するとともに、「ボ」国側で実施した応急対策の現状を調査した。このほか、「ボ」国の協力を得て、自然条件、施設計画、施工計画、環境配慮等に関する資料を収集した。なお、概略設計の成果を基に、「ボ」国側が詳細

設計、業者選定、施設工事、施工管理等を実施することを確認した。これを受けて「ボ」国側の意見を 反映させるために、施設の計画、設計に関連し合計8回の協議を行った。

現地調査において取付け道路盛土の被災状況及び原因を現地地形及び衛星画像により検討した。洪水によりピライ川とその支川であるグェンダ川の合流点が上流に 4km 以上移動したために河道の蛇行状況が変化したことが原因と考えられる。このため、日ボ友好橋の上流左岸に大きな湾曲が発生し、河岸が幅 100m にわたり侵食され、道路盛土の前面が延長 200m の区間で洗掘され、高さ 8m の盛土が崩壊した。これにより国道 4 号線は片側通行となり、交通に多大な支障を生じた。また、湾曲部にはコンクリート杭の水制が設置されていたが、延長 800m にわたりほとんどが流出した。応急対策工として基礎を砂質土で置き換え、ふとん籠を設置し、砂質土で盛土し、前面をソイルセメント注入の土嚢で被覆している。また、洗掘対策として前面にジオチューブとマットを設置している。湾曲部では旧河道の河岸線に沿って木杭の水制が設置されている。応急対策工には大きな変形は見られなかったが、ジオチューブはいたずらによるものか穴が開き、砂が漏れている箇所が見られた。また、間接的な被災原因として、ピライ川が自然河川であり河道の変動が大きいこと、日ボ友好橋の計画規模が1/20と小さく、橋長が短く、河道変動の影響を受けやすいこともある。

取付け道路護岸対策の検討に際して、橋梁及び取付け道路に関する課題を取りまとめ、計画条件を設定した。護岸対策の計画規模については、川幅に比較して橋長が短いことから護岸対策及び上流河道の整正、橋梁延伸、橋梁架け替えのそれぞれの案に対する特性を比較した。その結果、以下の結論が得られた。

- 護岸対策及び上流河道の整正に関しては、十分に課題が解消されないため、経済性の確保される範囲で対策を講じることが適切である。
- 橋梁の延伸に関しては一部課題が解消されるが、仮設道路の建設で事業費がかさむという問題があり、また根本的な解決とはならない。
- ・橋梁の架け替えに関しては、交通需要の拡大があれば経済性が確保され、また、幅が狭いなどの課題も解消されるため、この案が最適である。

対策としては、短期的には取付け道路の安全を確保することとし、護岸の補強及び上流河道整正を 行い、計画規模は現橋梁の計画規模 (1/20)を採用するが、計画規模を超える洪水への対応について も検討する。中期的には安全性を確保した橋梁とすることが将来別途検討されることを想定した。

検討に使用する基準または指針としては、「ボ」国の設計指針、AASHTOの関連規定、日本の河川砂防技術基準及び河川管理施設等構造令、米国のHEC18、HEC20、HEC23とした。設計条件としては、地形は現地形とし、地質としてはボーリング資料から、河床から7m~8m下は粒径0.2mmの細砂、その下にシルト層があるとする。水理条件として、計画流量は現計画の3,720m³/s(確率1/20)、河道変化の支配流量は年最大流量の平均値1,100m³/s(確率約1/2)とした。

応急対策工である護岸の安定性について評価すると、前面が洗掘により低下した場合、根固工であるジオチューブが沈下し、法面の崩壊に至る状況にある。また、ジオチューブについては、いたずらによる削孔や継ぎ目からの充填材(砂)の漏れ、資材の耐久性については紫外線に対する耐久性に問題があることが明らかになった。また、水制についても2008年洪水で流出したことから、導流および堆砂機能が不十分で、杭の安定性についても問題がある。

対策工は、被害の直接の原因が河道の蛇行、取付け道路前面の洗掘、盛土の崩壊であることから、短期的に取付け道路の安全確保を目的として、護岸の補強、上流河道の整正に対応する施設とすることとした。直接の原因の一つが河道の蛇行であることから、対策として右岸橋上流 1.5km および左岸橋直上流 400m の湾曲部の河道整正を目的として、導流堤、水制工、ベーン工あるいはそれらの複合案について比較検討した。取付け道路前面の洗掘対策として、現護岸の補強工として根固め工について検討した。

この結果、右岸橋上流 1.5km の湾曲部の上流端に、蛇行した流れを元の安定した直線的な流れに誘導するための水制工の設置し、その下流湾曲部の局所洗掘を防止するために河道の変化に対応でき、経済的であるベーン工を設置する。左岸橋上流 400m 地点では、洪水流の流れを変えるとともに、現在洗掘を受けた箇所の流速を低下させ土砂を堆積させる対策が必要である。導流堤、水制工、ベーン工について比較検討した結果、経済性、土砂の堆積効果、既存施設の活用などの点から既設水制工を補強することとした。取付け道路前面の洗掘対策としては、水理諸元から推定した洗掘量および土質調査の結果から洗掘深を推定し必要な根固め工の設置し、ジオチューブを盛土及びふとん籠で保護する。各工法の使用材料については、安定性、耐久性、現地での実績、材料の調達状況などを総合的に検討し、水制工は、ふとん籠と蛇籠、ベーン工は木杭、根固め工はふとん籠を採用した。なお、計画規模を超える洪水や異常な河床の変動に対しては、応急対策として資材の備蓄や水防、交通規制等で対応することとした。

帰国後の国内解析で、調査団は計画の妥当性を確認し、地形測量及びボーリング成果を基に施設の 概略設計を行い、工事数量の算定、施工計画及び概算事業費の算出を行った。これらの結果は次のよ うになる。

施設の概要及び設置目的は次のようになる。

- 右岸日ボ友好橋より 1.5km 上流の延長 250m のじゃ籠による水制工及び延長 810m にわたる
 60 基の杭式ベーン工の設置:水制により流れが橋梁に向かうようにするとともに、ベーン工により蛇行の発生を防止することを目的とする。
- 左岸日ボ友好橋より 400m 上流の延長 345m にわたる 3 基の既設水制工の補強:水制による 導流及び堆砂機能を補強し、蛇行による侵食を防止することを目的とする。
- 取付け道路護岸の延長 250m にわたるふとん籠による根固め工補強:根固め工により前面洗掘に対する安全性を確保し、ジオチューブの耐久性をふとん籠で補強することを目的とする。

施設の構造形式、数量及び諸元は次のとおりである。

施設の構造形式、数量及び諸元

項目	構造物	数量、諸元、構造				
	水制工	2 基、延長 150m+100m=250m、じゃ籠				
右岸橋 1.5km 上流対策工	ベーンエ	2列*30=60基、延長4.8m、間隔27m、設置区間延長783m、木杭				
左岸橋 400m 上流対策工	水制工補強	3 基、延長 45m+100m+200m=345m、木杭				
工产制 400m 工机对水工	護岸補強工	延長 250m、ふとん籠				

工事工程は基本的には乾季に工事を実施することとして計画したが、「ボ」国での予算措置等の状況 を考慮して、表に示す単年度施工と複数年度施工の2案を計画した。

河川護岸対策工事単年度工程表

工種	種別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	測量												
準	資材調達 •												
準備工	仮設ヤード整形												
	工事用進入路		•		•								
右岸対策工	ベーンエ設置												
策工	水制工設置												
左岸	水制工補強												
左岸対策工	根固め工設置			•									

河川護岸対策工事複数年工程表

工種	種別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	測量			•																					
	資材調達																								
	仮設ヤード整形																								
	工事用進入路				•														•						
右岸対策工	ベーンエ設置																								
策工	水制工設置					•																			
左岸対策工	水制工補強																								
策工	根固め工設置																								

概算事業費は表に示すように合計 140 万 US ドルと見込まれる。なお、事業費は物価上昇等が想定されることから不確定要素を有している。

概算事業費

項目	費 用(千\$US)
右岸橋梁上流 1.5km 対策:水制工とベーンエ	600
左岸橋梁上流 400m の対策:護岸補強と水制工補強	600
物価上昇と施工管理	200
合 計	1,400

環境社会配慮に関して本プロジェクトは、「ボ」国の環境区分制度によりカテゴリー3または4に分類される可能性が高い。本プロジェクトがカテゴリー3を得た場合、プロジェクト実施前に環境ライセンス取得のため予防・緩和計画(PPM)、環境適用・モニタリング計画(PASA)を作成する必要がある。本プロジェクトの環境影響項目はほとんど施工中に発生するものである。環境影響緩和計画を作成し実施された場合、全項目において影響が最小であることが確認及び評価される。従って、プロジェクト実施において大きな環境要因は無いと言える。

技術支援に関しては ABC とピライ川治水公団(以下、SEARPI)を対象とした。ABC に対しては、「ボ」国の特性を考慮した技術を確立することが必要であり、専門家の派遣等により施設の計画や設計のための水文資料の取りまとめや、「ボ」国での被害の実態の対応した橋梁や道路の河川災害対策技術マニュアルの策定が考えられる。

SEARPI に対しては、サンタクルス県では河川に関連した洪水による浸水被害、河道の変動による道路や農地の侵食、骨材資源の採取による影響などの問題を抱えているにもかかわらず、河川管理としての組織は弱体である。また、適用技術についても先進国で適用されている技術に加えて、現地の特性を生かすものが求められている。このため、技術協力プロジェクトによりこれまでに実施した対策を評価するとともに、現地に適合した新しい技術の導入が考えられる。

調査団は、現地調査及び国内解析の結果を概略設計概要書にとりまとめ、JICA は概略設計調査団を 2010 年 2 月 4 日から 10 日まで「ボ」国に派遣し、その内容について「ボ」国関係者に説明した。

本プロジェクトの成果である概略設計に基づいて「ボ」国側が工事を実施した場合には、取付け道路護岸の被災が防止され、国道 4 号線の交通が確保される。また、その裨益人口としては直接的にはサンタクルス県内日ボ友好橋周辺の 4 郡、人口約 150 万人、間接的には「ボ」国の人口 1,000 万人に達する。対策工は、災害の原因に対応した対策であり、妥当なものと考えられる。材料、工法も現地で入手できる材料を使用し、在来の工法および一部はそれを発展させた工法を採用しており、現地での適用性については問題が無い。河道整正を目的とした施設は、もし将来橋梁の延伸や架け替えが行われても、一部を除き無駄になる施設では無いと考えられる。「ボ」国での工事の実施に関しては、資金の確保の可能性があり、実施機関である ABC は類似工事である応急対策やイチロ川の河岸侵食対策工事を施工しており、実施能力があると考えられる。また、ピライ川を管理している SEARPI は、類似工事を多数実施しており、その経験を生かすことが出来ると考えられる。施設の維持管理に関しては、水制及びベーン工は河道の変動に対応しその配置や構造を変える必要があるため、定期的にモニタリングを行い、効果を確認し、施設を維持管理することが不可欠である。一般に実質的な維持管理は、「ボ」国では行われていない。しかし、河川構造物は劣化よりも洪水により損傷を受ける例が多く、被災した場合に復旧する計画とするのが妥当と考えられる。したがって、他の施設も含めて一定の災害復旧費を確保することが求められる。

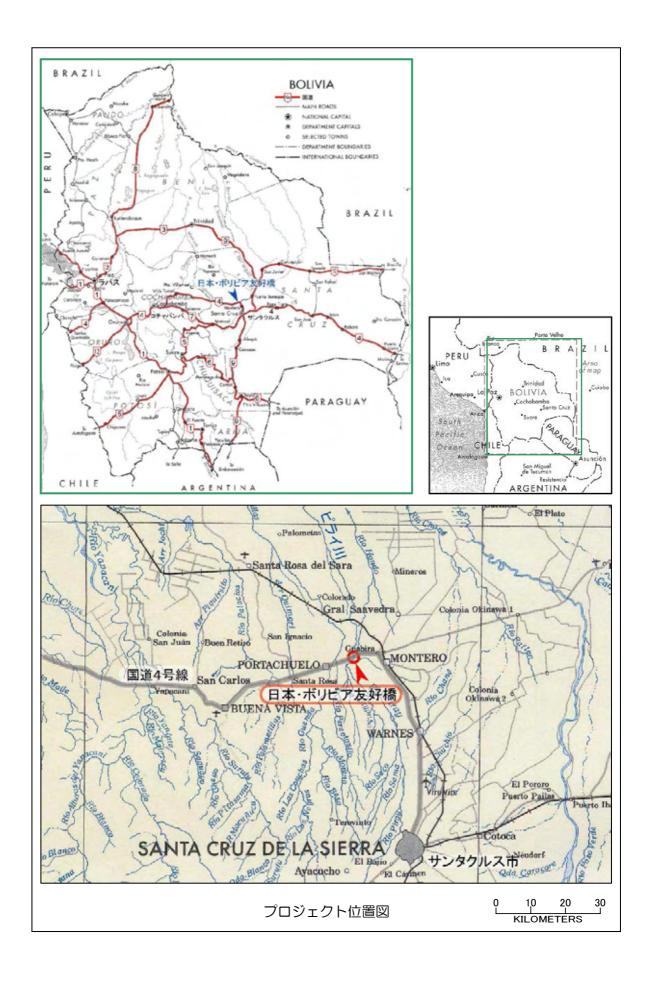
本プロジェクトに基づき、「ボ」国政府が対策工事を実施することにより、取付け道路災害による国道 4 号線の物流への影響が避けられ、サンタクルス県及び「ボ」国の経済発展に寄与すると考えられることから、本プロジェクトの妥当なものであると考えられる。

工事の実施に際しては、河道地形が変化する可能性があることから、変化の状況に応じた変更が一部必要になる可能性がある。また、概略設計であることから、現地の地形及び施設の現況に合わせて細部を変更する必要がある。工事の実施に関しては一般競争入札となると考えられ、施工管理及び工事施工は類似業務について経験のあるコンサルタント、工事業者が入札の参加者となるようにする必要がある。また、資機材の調達に関しては、調達先が限定されることから工期に余裕を持たせ、経済性を確保することが求められる。

序 文 伝達状 要 約 目 次 位置図/完成予想図/写真 図表リスト/略語集

第 1 章	章 プロ	ジェクトの背景・経緯	1
1-1	当該セ	クターの現状と課題	1
	1-1-1	現状と課題	1
	1-1-2	開発計画	4
	1-1-3	社会経済状況	4
1-2	無償資	金協力の背景・経緯及び概要	5
1-3	我が国	の援助動向	6
1-4	他ドナ	ーの援助動向	7
第 2 1	章 プロ	ジェクトを取り巻く状況	9
2-1	プロジ	ェクトの実施体制	9
	2-1-1	組織・人員	9
	2-1-2	財政・予算	11
	2-1-3	技術水準	15
	2-1-4	公共調達制度	16
	2-1-5	調達事情	16
2-2	プロジ	ェクトサイト及び周辺の状況	17
	2-2-1	関連インフラの整備状況	17
	2-2-2	自然条件	20
		2-2-2-1 気 象	20
		2-2-2-2 水理・水文	22
		2-2-2-3 地 形	23
		2-2-2-4 地 質	31
		2-2-2-5 河道特性	37
	2-2-3	河道変遷	40
	2-2-4	環境社会配慮	47
		2-2-4-1 概 要	47
		2-2-4-2 環境関連法規	47
		2-2-4-3 環境ライセンスの取得手続き	
		2-2-4-4 環境社会配慮調査	50
2-3	既存施	設の現状	
	2-3-1	既存施設	56
	2-3-2	応急対策工	58

第	3 章	t プロS	ジェクトの内容	65
	3-1	プロジェ	:クトの概要	65
		3-1-1	プロジェクトの背景	65
		3-1-2	プロジェクトの目標	65
		3-1-3	プロジェクトの概要	65
	3-2	取付け道	1路保全対策	68
	3-3	施設の概	[略設計	69
		3-3-1	設計方針	69
		3-3-2	基本計画	72
			3-3-2-1 設計条件	72
			3-3-2-2 全体計画	76
			3-3-2-3 対策工	76
			3-3-2-4 施設計画	79
		3-3-3	概略設計図	85
		3-3-4	施工計画	95
			3-3-4-1 施工方針	95
			3-3-4-2 施工上/調達上の留意事項	
	3-4	プロジェ	- クトの運営・維持管理計画	102
		3-4-1	施設の維持管理	
		3-4-2	河道の維持管理	
	3-5	プロジェ	- クトの概略事業費	
		3-5-1	概 要	
		3-5-2	主要材料単価	
		3-5-3	概算事業費	
	3-6		計画(案)	
		3-6-1	ABC に対する技術支援	
		3-6-2	SEARPI に対する技術支援	
	3-7		近に当たっての留意事項	
		3-7-1	構造物対策	
			河道管理	
		3-7-3	技術向上	110
第	4 章	t プロS	ジェクトの妥当性の検証	111
	4-1	プロジェ	- クトの効果	111
	4-2	課題・提	를	111
		4-2-1	相手国側の取り組むべき課題・提言	111
		4-2-2	技術協力・他ドナーとの連携	112
	4-3	プロジェ	- クトの妥当性	112
	4-4	結 論		112
[資	料	.]		
	、 11 資料-		団員氏名・所属	A-1
	資料-	., .	行程	
	資料-		:者(面会者)リスト	
	資料-		i議事録(M/D)	
			- 収集リスト	
		~ ~ 1 1		





水制工・ベーン工(右岸)



護岸補強工·水制補強工(左岸)

完成予想図



写真(1) 日ボ友好橋取付け道路上流側の被災時蛇行状況 (2009年3月)



写真(2)日ボ友好橋取付け道路盛土の崩壊(左岸上流)(2009年3月)



写真(3) SEARPIによる木杭打ち施工事例



写真(4) SEARPIによる水制施工事例 資料: SEARPI



写真(5) SEARPIによる水路工事例



写真(6) 応急対策護岸工の状況 (2009年10月)



写真(7) 応急対策エジオチューブの砂漏れ状況 (2009年10月)



写真(8) 応急対策水制工の状況 (2009年10月)



写真(9) 応急対策水制工の出水時状況 (2009年10月)



写真(10) 応急対策水制工の状況 (2009年11月)

表 目 次

表	1-1-1	ボリビア国道路整備状況(2007 年)	2
表	1-1-2	年平均日交通量(2004年~2007年)	2
表	1-3-1	我が国の援助実績(運輸交通分野/洪水対策分野)	6
表	1.4 1	他ドナーの援助動向(道路及び防災分野)	7
表	2-1-1	ABC の組織、人員(2009 年 10 月現在、単位人)	10
表	2-1-2	「ボ」国政府支出予算及び ABC への配分予算(千 US ドル)	12
表	2-1-3	「ボ」国政府支出執行額及び ABC の執行額(千 US ドル)	13
表	2-1-4	SEARPI の事業予算(2004 年から 2009 年:単位ボリビアーノ)	14
表	2-1-5	SEARPI の事業費(2008 年)	14
表	2-1-6	調達事情調査結果	16
表	2-2-1	モンテーロにおける気温、湿度、風速	20
表	2-2-2	日ボ友好橋地点における降雨量(単位:mm)	21
表	2-2-3	日ボ友好橋地点における最大日雨量(単位:mm)	21
表	2-2-4	日ボ友好橋地点における日降雨 10mm 以上の日数(単位:日)	22
表	2-2-5	日ボ友好橋地点における月最高水位(単位:m)	22
表	2-2-6	日ボ友好橋地点における月最高水位の発生日(単位:m)	23
表	2-2-7	地形測量項目・位置・数量	23
表	2-2-8	河川測量項目・位置・数量	24
表	2-2-9	ボーリング結果 (洗掘深度)	31
表	2-2-10	土質試験結果(砂層の平均粒径)	32
表	2-2-11	河床波の特徴と定義(資料:構造沖積河川学)	38
表	2-2-12	パラメータ計算表	39
表	2-2-13	収集した衛星画像と河道の特徴	40
表	2-2-14	ボリビア国の環境関連法規	48
表	2-2-15	対策工事の計画	51
表	2-2-16	スコーピングチェックリスト	5 3
表	2-3-1	モンテーロ治水事業による堤防計画	57
表	2-3-2	応急対策工事概要	59
表	2-3-3	ジオチューブ材の仕様	63
表	2-3-4	ジオグリッド材の仕様	63
表	3-1-1	施設の構造形式、数量及び諸元	66
表	3-1-2	概算事業費	67
表	3-3-2	被災原因と対策案	76
表	3-3-1	護岸対策、橋梁延長、橋梁新設の特性比較	70
表	3-3-2	被災原因と対策案	76
表	3-3-3	橋梁 1.5km 上流右岸の対策工の比較	77
表	3-3-4	取付道路直上流左岸の対策工の比較	78

表 3-3-5	対策工一覧	79
表 3-3-6	ベーン工の設計	80
表 3-3-7	水制工の諸元	81
表 3-3-8	水制工補強の諸元	82
表 3-3-9	根固め工の諸元	83
表 3-3-10	概略設計結果の概要表	84
表 3-3-11	労働基準	95
表 3-3-9	主要資材	99
表 3-5-1	主要材料単価	101
表 3-5-2	労務費単価	102
表 3-5-3	機械単価	102
表 3-5-4	右岸対策工概算事業費	102
表 3-5-5	左岸対策工概算事業費	103
表 3-5-6	総事業費	103
表 4-1-1	プロジェクトの効果	111

図 目 次

凶	1-1-1	実質経済成長率と GDP	4
図	2-1-1	ボリビア道路管理局の組織図	9
図	2-1-2	ボリビア道路管理局の計画組織図	10
図	2-1-3	SEARPI の組織図	.11
図	2-2-1	国道 4 号線・7 号線の交通量	17
図	2-2-2	日ボ友好橋周辺の河道形状と施設の配置状況	19
図	2-2-3	モンテーロにおける気温および湿度	20
図	2-2-4	日ボ友好橋地点における降雨量	21
図	2-2-5	日ボ友好橋地点における最大日雨量(単位:mm)	22
図	2-2-6	日ボ友好橋地点における月最高水位(単位:m)	23
図	2-2-7	地形測量位置図	24
図	2-2-8	地形測量結果(1)	25
図	2-2-9	地形測量結果(2)	27
図	2-2-10	地形測量結果(3)	29
図	2-2-11	地盤高及び砂層の下層高の縦断分布	32
図	2-2-12	土質調査位置	33
図	2-2-13	土質柱状図(No.1)	34
図	2-2-14	土質柱状図(No.2)	35
図	2-2-15	土質柱状図(No.3)	36
図	2-2-16	ピライ川流域図(資料: SEARPI)	37
図	2-2-17	ピライ川縦断図(資料:アイゼンハウアー橋予備調査報告書)	38
図	2-2-18	φとτ*の関係	39
図	2-2-19	航空写真(1967 年 8 月 25 日)	42
図	2-2-20	衛星画像(1978 年 8 月 21 日)	42
図	2-2-21	衛星画像(1982年3月28日)	43
図	2-2-22	衛星画像(1986 年 7 月 25 日)	43
図	2-2-23	衛星画像(1996 年 11 月 25 日)	44
図	2-2-24	衛星画像(2001年8月11日)	44
図	2-2-25	衛星画像(2008年2月5日)	45
図	2-2-26	衛星画像(2008年3月15日)	45
図	2-2-27	衛星画像(2008年5月2日)	46
図	2-2-28	衛星画像(2009年6月6日)	46
図	2-2-29	環境ライセンス取得手続きフロー	49
図	2-2-30	プロジェクトサイト周辺の土地利用図	51
図	2-2-31	対策工事の平面図	52
図	2-3-1	日ボ友好橋と取付道路の状況(2001年2月撮影)	56
図	2-3-2	モンテーロ治水事業による日ボ友好橋付近の堤防整備状況(SEARPI 河川計画図)	57

义	2-3-3	2008 年 2 月~3 月の降雨量と観測水位(観測地点: EISENHOWER)	58
义	2-3-4	取付道路上流側の崩壊	59
义	2-3-5	河岸侵食と水制の倒壊	59
义	2-3-6	対策工断面図	60
义	2-3-7	対策工断面と将来洗掘深	61
义	2-3-8	応急対策工の安定性(現況河床)	62
义	2-3-9	応急対策工の安定性(洗掘河床)	62
义	3-1-1	河川護岸対策工事単年度工程表	66
义	3-1-2	河川護岸対策工事複数年度工程表	66
义	3-3-1	2008 年洪水による河岸侵食状況と堤防計画(SERARPI)	73
図	3-3-2	水位の縦断変化	74
図	3-3-3	川幅の縦断変化	74
义	3-3-4	流速の縦断変化	74
义	3-3-5	日ボ友好橋地点の最深河床高の変化(SEARPI 計測)	75
义	3-3-6	法覆い工の事例(美しい山河を守る災害復旧基本方針 平成 14 年 6 月)	78
义	3-3-7	根固め工の敷設幅	83
义	3-3-8	施設配置図	86
义	3-3-9	左岸水制補強工・補強根固め工	87
义	3-3-10	右岸水制工・ベーン工	88
义	3-3-11	右岸水制工	89
义	3-3-12	右岸ベーン工	9 0
义	3-3-13	左岸水制補強工	91
义	3-3-14	左岸補強根固め工	92
义	3-3-15	水制工横断図	93
义	3-3-16	ベーン工横断図	94
义	3-3-17	くい打ち機	94
义	3-3-18	水制工補強横断図	94
义	3-3-19	護岸工補強横断図	95
図	3-3-20	仮設ヤード配置図	96
図	3-3-21	調達資材位置図	98
図	3-5-1	サンタクルスにおける建設資材の物価変化	101

略語集

AASHTO : American Association of State Highway and Transportation Officials /

アメリカ道路・運輸技術者協会

ABC : Administradora Boliviana de Carreteras / ボリビア道路管理局 ASTM : American Society for Testing Materials / 米国材料試験協会

BID : Banco Interamericano de Desarrollo / 米州開発銀行(Inter-American Development Bank)

BM : Banco Mundial / 世界銀行

CAF : Corporacion Andina de Fomento / アンデス開発公社

CD : Capacity Development / 課題処理能力の開発

COED : Comité de Emergencia Departamental / 緊急対策室

E/N : Exchange of Note / 交換公文

EEC : European Economic Community / ヨーロッパ経済共同体

EIA : Environmental Impact Assessment / 環境影響評価

FA : Ficha Ambiental / 環境カード

GDP : Gross Domestic Product / 国内総生産GNI : Gross Nacional Income / 国内総所得

IIRSA : Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Sudamericana /

地域総合イニシアチブ南米インフラ総合

INE : Instituto Nacional de Estadística / ボリビア国家統計局

ITF : Impuesto a Transacción Financiera / 金融取引税

IVA : Impuesto al Valor Agregado / 付加価値税 JICA : Japan Internacional Cooperation Agency /

独立法人行政法人国際協力機構 (Agencia de Cooperación Internacional del Japón)

M/D : Minutes of Discussions / 協議議事録

MOPSV : Ministerio de Obras Públicas, Servicio y Vivienda / 公共事業・サービス・住宅省

ODA : Official Development assistance / 政府開発援助 (Asistencia Oficial para el Desarrollo)

PASA : Plan of Execution and Mitigation / 環境対策実施及び監視計画

POA : Programación Operativa Anual / 年度業務計画

PPM : Program for Prevention and Mitigation / 環境保全及び緩和計画

SEARPI : Servicio de Encausamiento de Aguas y Regularización del Río Piraí / ピライ川治水公団

SENAMHI : Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología / 国家気象庁

SEPCAM : Servicio Prefectural de Caminos / 県道路公社

SNC : Servicio Nacional de Caminos / 道路公団(ABC の前身)

TGN : Tesoro General Nacional / ボリビア国内資金

UPD : Unidad de Prevención de Desastre / 道路防災ユニット

VIPFE : Viceministerio de Inversión y Financiamiento Externo / 公共投資海外金融次官室

VT : Viceministerio de Transporte / 運輸次官室

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

(1) 道路整備の現状

ボリビア他民族国(以下「ボ」国)は、人口 1,023 万人(2009 年/国家統計局推計)、国土面積 110 万 km²で、周囲をペルー、チリ、アルゼンチン、パラグアイ、ブラジルの 5 ヵ国と国境を接する内陸国である。「ボ」国経済にとって物流を担う基本インフラである道路網の整備は、国内のみならず、太平洋側及び大西洋側の諸国との交易上も重要である。また、その主たる輸送手段は陸送であり人、農産物、生活必需品等の移動・搬送の 70~80%を道路輸送に頼っている。しかしながら、その道路網整備は国土の厳しい地理的条件から遅れており、道路総延長は 67,076km に達するものの、その舗装率は、ボリビア道路管理局(ABC:Administradora Boliviana de Carreteras)が管理する国道で 28%(4,394km)、地方道路では 1%に満たず、メンテナンスも十分でないことから、道路状況は劣悪な状況にある。「ボ」国の地形は大きくアンデス高原地帯(Altiplano)、東麓の渓谷地帯(Valles)、東部に広がる平原地帯(Llanos)という三つの地域に分けられ、自然条件が変化に富み、起伏の激しい国土であることから、頻発する地すべりや洪水に加え、技術的困難さや建設コストの高さも影響し南米でも最も整備の遅れた状況となっている。

このような道路整備を進める上で不利な条件の中にあって、ボリビア国政府は経済開発を進めるため、特に 1990 年から 1994 年までは、国道 3 号線、9 号線、4 号線、1 号線の整備による大きな環状線の国内回廊の整備を中心に推し進め、ラパス、ユクモ、トリニダ、サンタクルス、コチャバンバ、オルロをつなぐ幹線上の物流の効率化を図ってきた。しかし 1995 年以降、政府全体の地方分権化が進められ、道路整備の中心を担っていた道路公団(SNC: Servicio Nacional de Caminos)も地方へ大幅な権限委譲を行ったことで、道路整備は国全体としての統合性を欠き、整備水準も伸び悩んだ。1999 年にこれらの状況を改善すべく SNC に全国道路ネットワークの管理権限が復活し、ボリビア国の経済回復を輸出の振興により図ろうとする国家政策が重視され始め、輸出回廊の整備へとシフトしてきた。

「ボ」国の道路総延長は 67,076km である。道路は行政上国道、県道、市町村道に分けられ、それぞれの延長は、15,885km、16,433km、34,978km である。現在、国道の管理は ABC が公共事業省運輸次官室管轄のもとに行われている。国道以外の県道、市町村道については各県の道路局(SEPCAM: Servicio Prefectural de Caminos)が担当している。各県の道路整備状況(2003年12月現在)を表 1-1-1に示す。

表 1-1-1 ボリビア国道路整備状況(2007年)

(単位:Km)

											(=	=177 : KIII)
地域		围	道			県	道		市町村道			
7E 7%	舗装	砂利	土道	合 計	舗装	砂利	土道	合 計	舗装	砂利	土道	合 計
La Paz	713	1,511	523	2,747	121	1,521	1,052	2,694	29	1,355	3,626	5,010
Chuquisaca	272	493	184	949	0	952	592	1,544	4	508	3,285	3,797
Tarija	397	626	245	1,268	43	898	165	1,106	9	7,824	1,756	9,589
Cochabamba	614	511	167	1,292	79	2,385	1,736	4,200	2	1,137	1,140	2,279
Santa Cruz	1,619	1,658	872	4,149	6	1,078	3,535	4,619	12	584	3,887	4,483
Oruro	637	551	0	1,188	26	1,146	490	1,662	6	431	3,319	3,756
Potosi	289	1,183	286	1,758	0	454	1,366	1,820	2	1,088	7,271	8,361
Beni	167	1,014	879	2,060	8	118	1,008	1,134	0	295	1,252	1,547
Pando	33	290	230	553	0	265	240	505	0	34	636	670
合 計	4,741	7,837	3,386	15,964	283	8,817	10,184	19,284	64	13,256	26,172	39,492

総合計:74,741 Km(舗装道:5,090 Km、砂利道:29,912 Km、土道:39,739 Km)

(2) サンタクルス県の現状と課題

サンタクルス県における道路延長は全体で 13,251km (2007 年)、そのうち 62%が土道、25%が砂利、12%が舗装道路である。サンタクルスは東西回廊及び南北回廊の中心に位置している。東西回廊は、ブラジル、ボリビア、チリ、ペルーを結ぶもので、東はブラジルとの国境のプエルト・スワレス、西はブルネド・タンボを結んでいる。すなわち、ブラジルを通して大西洋と、またチリを通して太平洋を結ぶ。ボリビアの経済活動の 70%はこの回廊に拠っているといわれている。また、これはサンタクルスをコチャバンバ、オルロ、ラパスと結びつけるものである。この中で、パイロンーサンホセ間及びロボレープエルト・スワレス間は投資の段階であり、サンフリアンとサンホセ、ロボレ間は建設段階である。南北回廊はボリビアをアルゼンチンとパラグアイを結びつけるもので、北のトリニダードに始まり、南のアルゼンチンとの国境のヤクイバに至る 1,075km の道路であり 929km が舗装、146km が砂利道である。これは、パラグアイにパラナ川の水運と結びつき、ボリビア南部の農業及びガス生産の輸出にとって重要な役割を占めている。

本プロジェクトの対象とする日ボ友好橋付近の交通量は表 1·1·2 に示すようになっており、橋梁地点を含むポータチェロとモンテーロ間の年平均日交通量は約 5,000 台となっている。

表 1-1-2 年平均日交通量(2004年~2007年)

2004年

区間	計 測 場 所	測点	延 長[km]	交通量[台]
Yapacaní · Portachuelo	Portachuelo	540	53	3,064
Portachuelo · Montero	Puesto Mendez	542	18	4,565
Montero · Warnes	Warnes	544	27	9,051
Warnes · Santa Cruz	Km 17.	545	26	13,742

2005年

区間	計測場所	測点	延 長[km]	交通量[台]
Yapacaní – Portachuelo	Portachuelo	540	53	3,098
Portachuelo-Montero	Puesto Mendez	542	18	4,658
Montero – Warnes	Warnes	544	27	9,735
Warnes – Santa Cruz	Km 17.	545	26	13,719

2006年

区間	計測場所	測点	延 長[km]	交通量[台]
Yapacaní · Portachuelo	Portachuelo	540	53	114
Portachuelo - Montero	Puesto Mendez	542	18	345
Montero · Warnes	Warnes	544	27	14,837
Warnes - Santa Cruz	Km 17.	545	26	140

2007年

区間	計測場所	測点	延 長[km]	交通量[台]
	Reten de Peaje San Carlos			3,091
Santa Fe de Yapacani · Guabira	San Juan de Palometillas			3,329
	Reten de Peaje Puesto Mendez			5,303
Guabira - Santa Cruz	Naranjal			11,245
Guadira - Santa Cruz	Km. 17			14,630

出典: ボリビア道路管理局(http://www.abc.gov.bo/)

注: ポルタチュエロからサンタクルスまでの区間、2006年の交通量は間違っている可能性がある。

河川に関するセクターでは、サンタクルス県の河川はラプラタ川とアマゾン川の流域に属しており、 洪水の危険にさらされている。特に平野では河道の流下能力が無いことから、雨が降ると氾濫する。 なかでもピライ川とヤパカニ川は洪水に対して脆弱である。また、多くに地域では河道は周辺より高 く天井川となっている。地形的には若いために、蛇行を生じており、氾濫が生じやすい。これは、土 砂の流出により扇状地やデルタでは河床の上昇が生じ氾濫に結びつく。

サンタクルス県の主要な河川としては、ピライ川、リオグランデ川があげられる。ピライ川については 1983 年と 1992 年に洪水による被害を受けている。また、洪水により国道 4 号線及び 7 号線も影響を受けている。2005 年にはコマラパで橋梁とダムが洪水による危険にさらされた。リオグランデ川については 2005 年と 2006 年の洪水でそれぞれ 15,000ha および 60,000ha の浸水被害を生じ、4,000 家族が影響をうけた。なお、サンタクルス県の洪水による人命の損傷は、2004 年で 2 名の死者、1 名の負傷者、2005 年には 2 名の死者、30 名の負傷者、2006 年では 1 名の死者と 2 名の負傷者となっている。

河川に関連する道路災害としては、国道 4 号のサンタクルスーコチャバンバ間、特にヤパカニーチモレ間では土砂崩壊と降雨による洪水影響を受けている。国道 7 号線も雨季には頻繁な土砂崩壊があり、特にサマイパタとシベリアでは顕著である。これらの交通遮断のリスクは社会的な影響を及ぼしている。

1-1-2 開発計画

日ボ友好橋が位置するサンタクルス県の道路及び河川に関する計画は次のようになっている。(サンタクルス県資料)

交通政策としては地域の効率的、正確な、他に負けない交通サービスを、確実にするすることを第1に掲げている。これに関する活動として、社会的なまた生産者のための余剰を生み出すことを促進するため、道路を主要な方法として交通網を改善し整備する。すなわち、サンタクルスを軸とする交通網を整備し、4つの峡谷への道路および観光のためにコンセプションのサンイグナシオへの道路を舗装する。これらにあわせて、交通行政の改善のために、物流に関する技術の改善、国内から国外への輸出に関する投資、道路維持技術についての実施についての競争の導入、物流の制御などを掲げている。計画の数値目標としては、例えば県道の舗装を2007年の6.1kmから2012年の189kmなどを設定している。

災害に関しては対応策として、行政上のリスク対応を掲げ、組織強化、リスクへの対応計画の策定、 そのための計画、実施、モニタリングプログラムとプロジェクトへの投資、水文気象観測ネットワークへの投資、調査及び観測部門の強化、自然災害による緊急時の対応能力の強化、自然災害とその軽減方法の社会経済的インパクトの評価をあげている。また、これらを実施するために、組織の改善及び組織間の協調が重要としている。また、自然環境に関しては自然資源としての流域や保護区域、保全区域の最適利用、生物多様性、自然災害によるリスクの最小化などを掲げている。

1-1-3 社会経済状況

「ボ」国は一人当たり名目 GDP が 949 ドル (2004 年) であり、南米で最も開発の遅れている国の一つに挙げられている。総人口は 2005 年現在 942 万人 (2009 年推計値では 1,023 万人) であり、住民構成はケチュア人 30%、アイマラ人 25%、混血(メスティーソ)30%、欧州系 15%となっている。総人口のうち、首都のあるラパス県には 263 万人 (2005 年)、本調査対象地域のサンタクルス県には 239 万人 (2005 年) が住んでおり、2 県で総人口の半分以上を占める。

「ボ」国の経済は、農業(大豆、砂糖等)、 鉱業産品(亜鉛、錫、天然ガス等)を中心と する一次産品が総輸出の 8 割を占めるため、 国際価格の影響を受けやすい構造を持つ。 1985 年から新経済政策を導入し構造調整を 推進した結果、比較的安定した経済成長を保 っており、1999 年から 2004 年までの 5 年間 の実質 GDP 成長率が年率 2.86%の成長を遂 げ、2004 年度の実質 GDP は 3,154 百万ドル (249 億ボリビアーノ)となっている。ただ、 2006 年モラレス政権誕生以前の新自由主義 に基づく政策の影響により、富の偏在、失業 問題等が深刻化している。

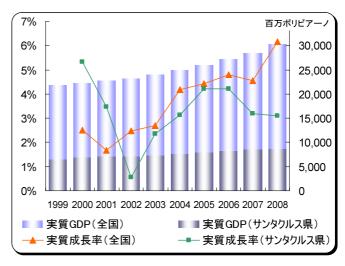


図 1-1-1 実質経済成長率と GDP (2005 年以降は推計値)

消費者物価指数においては、1991年以降沈静傾向にあったが、1990年代後半から緩やかな上昇傾向を示し、これを反映して対ドルレートも低下を続けている。そして 2000年に入ると上昇率がさらに上がり、2002年以降、年率 $2\sim5\%$ で推移していた消費者物価指数は、2007年には 11.7%となっている。

貿易収支については、1990年以降完全な輸入超過となっていたが、2003年より収支が改善し、貿易収支は2006年には1,302百万ドルの出超となった。対外総債務残高についてもあまり改善の傾向はみられず、1997年において5,244百万ドルであり、そのうち長期債務が4,570百万ドルと87%を占め、以前として国家財政は困難な状況にある。1999年以降の麻薬撲滅政策によるインフォーマルセクターへの影響などで、「ボ」国は深刻な経済難に直面し、2001年には「拡大HIPC(重債務貧困国)イニシアティブ」が適用されて、2015年までの15年間にわたる約15億ドルの債務削減措置を受けている。

我が国との関係においては、サンタクルス県を中心とした移住者が多く活躍しており、良好な協力 関係にある。

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

「ボ」国は気象や地形など自然条件が大変厳しく、特に 11 月から 3 月までの雨期には、山岳地帯では大規模な土砂崩れや土石流が発生し、アンデス山脈からアマゾン川に注ぐ幾多の河川が氾濫し、河川に隣接する道路では河岸侵食や洪水氾濫の危機にさらされている。「ボ」国南東部に位置するサンタクルス県は、広大は平地と温暖な気候に恵まれ、「ボ」国の農業生産の 7 割を占める穀倉地帯であるが、リオグランデ川、ピライ川、ヤパカニ川等の洪水常襲地帯を抱えている。このような状況のもとで、JICA は 1992 年に発生した洪水被害を受けて、1996 年に「サンタクルス北部地域洪水対策計画」の策定を支援している。また、近年は異常気象による集中豪雨や大規模な洪水が生しており、2005年から 2008 年にかけて洪水によりピライ川、ヤパカニ川、イチロ川で河岸侵食が発生、道路や農地に被害をもたらした。特にピライ川では、2008年に国道 4 号線の日ホ友好橋の取付け道路護岸が延長約 200m にわたり侵食され、交通に障害を与えた。

国道 4 号線は「ボ」国の 3 大都市ラパス、コチャバンバ、サンタクルスを結ぶ物流の幹線道路であるとともに、隣国ブラジルとチリとを結ぶ東西輸出回廊として国際的な重要性も高い。「ボ」国政府は国道 4 号線上の日ボ友好橋について 1988 年、2000 年に洪水対策のための補強工事を実施し、2005年から 2007年にかけては日本の無償資金協力により改修を行っている。また、2008年の取付け道路に対して護岸及び水制工等の応急対策を実施したが、「ボ」国側では技術的・経済的に限界があり、再度洪水が発生した場合の対応が困難な状況にある。

かかる経緯から、「ボ」国政府は 2007-2008 年のピライ川、ヤパカニ川及びイチロ川の洪水により発生した河岸改修について、2008 年度要望調査において無償資金協力「河川の洗掘による護岸対策計画」をわが国に要請した。これに対して、JICA は、2009 年 1 月に要請内容を把握するために現地視察を行い、日ボ友好橋取付け道路の応急対策工事が「ボ」国政府によって実施されていることを確認したが、中長期的な観点から護岸対策案を策定する必要があることから本件調査を実施することとなった。

わが国への要請内容は国道 4 号線と交差するピライ川、ヤパカニ川及びイチロ川の 3 河川の護岸工事である。対象地域としては、ピライ川については国道 4 号線の日ボ友好橋取付け道路、ヤパカニ川についてはサンファン地区 km23 付近、イチロ川については国道 4 号線のプエルトグレサー (Puerto Grether)付近である。これに対し、本件調査による協力内容はピライ川と近接する国道 4 号線の日ボ友好橋取付け道路の護岸対策にかかる概略設計及び概略事業費積算の実施である。また、事業は「ボ」国側で行うものである。すわなち、概略設計の成果に基づき、詳細設計、業者選定、施設工事、施工管理等については、「ボ」国側で実施する。

1-3 我が国の援助動向

本プロジェクトに関連する道路交通及び洪水対策の分野ついて、援助の実績を挙げると表 1-3-1 のとおりである。

表 1-3-1 我が国の援助実績(運輸交通分野/洪水対策分野)

分 類	案 件 名	実施年度
有償資金協力	道路建設事業	1975
(円借款)	パタカマヤ~タンボケマド間道路改良事業	1992
	道路網拡張計画	1974
	サンボルハ・トリニダ道路改良計画(フェーズ1)	1985~1987
	サンボルハ・トリニダ道路改良計画(フェーズ2)	1987~1988
	サンタバルバラ・ベジャビスタ道路改良調査	1988~1990
開発調査	サンボルハ・トリニダ道路環境影響調査	1994~1995
711 7G HM_EL.	サンタクルス北部地域洪水対策計画(M/P)	1995~1996
	サンタクルス北部地域洪水対策計画(F/S)	1998~1999
	主要国道道路災害予防調査	2005~2007
	ボリビア道路防災及び橋梁維持管理キャパシティディベロップメントプロジェクト	2009~
	道路網整備計画	1986
	道路網整備計画	1988
	コチャバンバ州村道整備計画	1989
	道路公団修理工場整備計画(ポトシ、サンタクルス、エル・アルト)	1989
	ポトシ農道整備計画	1989
	ラ・パス農道整備計画	1990
無償資金協力	チュキサカ・タリハ農道整備計画	1991
	オルロ農道整備計画	1992
	ラ・パス市道路補修及び災害対策用機材整備計画	1993
	地方都市道路補修用機材整備計画(エル・アルト、コチャバンバ)	1994
	サンタ・クルス県北部橋梁整備計画	1994~1997
	サンタ・クルス北西部地方道路整備計画	1999~2002
	日本・ボリビア友好橋改修計画	2005~2007
専門家派遣	道路行政	2003~2006
711多///////////////////////////////////	道路管理	2009~

1-4 他ドナーの援助動向

道路整備に対する投資は主に外国の資金によって進められている。主なドナーは、世界銀行グループ(国際復興開発銀行(International Bank for Reconstruction and Development: IBRD)、国際協力協会(IDA)、国際金融公社(IFC))のほか、米州開発銀行(BID、アンデス開発公社(CAF)、米国国際開発庁(U.S. Agency for International Development: USAID)、ブラジル銀行の輸出ファイナンスプログラム(Export Financing Program: PROEX)、ドイツ復興金融公庫(Kreditanstakt fur Wiedemufbau: KfW)、韓国輸出入銀行(EXIM BANK Korea)などである。

これらの機関が道路及び防災分野で支援しているプロジェクトは次の通りである。

表 1-4-1 他ドナーの援助動向(道路及び防災分野)

機関名	プロジェクト	金額(百万 US ドル)	期間
世界銀行グループ	道路復興・維持管理プロジェクト	284	2007~2012
世界銀行グループ	応急復旧・災害管理プロジェクト	12.5	$2007{\sim}2012$
米州開発銀行	道路網整備:道路維持管理	21	$2007\sim$
米州開発銀行	東西回廊道路維持管理	25	2010~2012
アンデス開発公社	ラパスーオルロ間道路建設	250	2009~

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

(1) ABC

「ボ」国における国道の管理は公共事業、サービス、住宅省(Ministerio de Obras Publicas, Servicios Vivienda)の運輸次官のもとで、ボリビア道路管理局(Administrada Boliviana de Carreteras: ABC)が管轄している。本調査に関する責任及び実施機関は ABC である。ABC は国道の建設、維持管理、規制を執行する機関であるが、設計、施工、管理の実務は民間企業への委託し、自体は専ら計画や発注管理を行っている。組織に関しては、2006年にその前身である SNC から ABC に組織替えがあり、2007年にも一部変更があり、また 2010年1月から組織替えが進められている。2009年11月時点での組織は図 2-1-1に示すようになっている。技術面では本部に建設部と道路保全部があり、本調査は道路保全部が担当している。また、10の地方組織があり、この中のサンタクルス支所が本調査に関係する。本部は計画や改良、規模の大きい補修を担当し、支所は日常管理や業務発注を担当している。

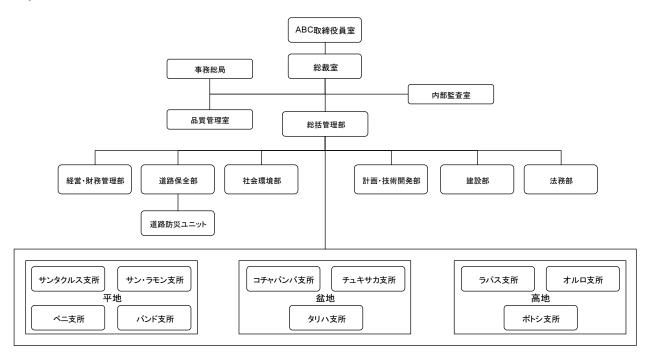


図 2-1-1 ボリビア道路管理局の組織図

現在進められている組織変更は、中央集権型組織から地方分権型組織への変更であり、図 2-1-2 に示すように地方を 3 支局に分け、現在本部が実施している業務と人員の大部分を支局へ移す計画である。支局のひとつとしてサンタクルスが候補に上がっており、本調査の成果を受けた工事を担当する可能性が高い。

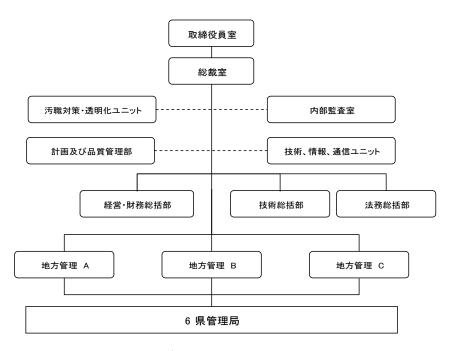


図 2-1-2 ボリビア道路管理局の計画組織図

ABC の総人員は 2009 年 10 月の時点で 266 名であり、このうち道路管理部は 26 名、建設部は 21 名であり、当初の約 300 名より減少している。また、地方の支所は 10 支所 96 名、平均 10 名であるが、サンタクルス支所は 12 名となっている。各組織の人員は 2009 年 10 月時点では表 2-1-1 のとおりである。ただ、現在組織替え中であり、今後変更されるものと考えられる。

組織名	人員	組織名	人員	組織名	人員
総裁室	5	建設部	21	サンタクルス支所	12
総括管理部	4	道路保全部	26	オルロ支所	9
システム調整部	4	社会環境部	10	ポトシ支所	9
経営·財務管理部	61	ラパス支所	12	パンド支所	6
事務総局	13	チュキサカ支所	10	ベニ支所	10
法務部	12	タリハ支所	10	サンラモン支所	6
内部監査室	3	コチャバンバ支所	12	合計	266

表 2-1-1 ABC の組織、人員(2009年10月現在、単位人)

(2) SEARPI

本調査の対象となるピライ川の管理は、サンタクルス県に属するピライ川治水公団(Servicio de Encauzamiento de Aguas y Regularizacion del Rio Pirai: SEARPI)が行っている。これはサンタクルス開発公社(CORDECRUZ)がピライ川に関する技術情報の集積と河川工事のプロジェクトを1971年に始め、その後の1983年3月の洪水を受けて、1983年5月の共和国法律によりSEARPIが設立されたことに始まる。その後、2003年及び2005年の規定No.037/2003とNo.064/05により、サンタクルス県流域の持続的発展と保全のため、流域管理の責任を持つことになった。

その使命はサンタクルス県の河川の改修、流域の水に関する環境の保全に関して、計画を策定し、 組織化し、実行する技術機関である。

その活動は河川関係の

- 迅速な水文に関する警報の発令
- 復旧プロジェクトの評価と実施
- 構造物及び非構造物対策の実施
- 地域機関への総合流域管理に関する技術支援

に分けられる。

組織としては図 2-1-3 に示す。主要な組織としては工事の実施及び施設の維持管理を行う部門と流域管理及びモニタリングを行う部門がある。今回の調査に関連し、応急対策として実施した取付け道路上流の水制の復旧及び河道掘削は工事実施及び維持管理部が関係し、また、災害対応としては流域及びモニタリング部が関係している。警報に関しては、ピライ川の日ボ友好橋上流に水位観測点が設置されており、各観測点では注意報及び警報の発令基準が設定されている。

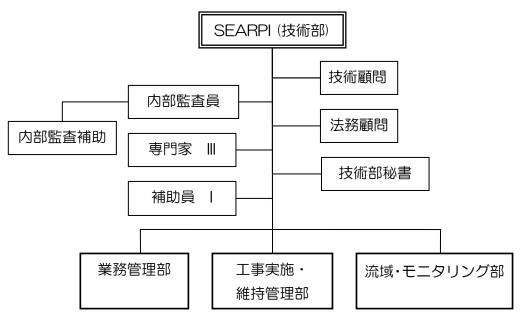


図 2-1-3 SEARPI の組織図

2-1-2 財政 - 予算

(1) ABC

道路整備に関する予算の推移を国家予算との対比で、表 2-1-2 に予算額を、また表 2-1-3 に執行額を示す。なお、会計年度は 1 月から 12 月である。2009 年の「ボ」国予算は約 1,850 百万 US ドルである。この中で運輸セクターへは 37.5%、ABC へは 20.6%である 381 百万 US ドルが配分されている。道路整備への配分が他分野に比較して多い。また、毎年増加している。執行額は 2008 年においては予算額の 90%となっている。

表 2-1-2 「ボ」国政府支出予算及び ABC への配分予算(干US ドル)

予算額 % 少額		2003 年	卅	2004 年	仲	2005年	并	2006年	并	2007 年	ш	2008 年	₩	2009 年	₩
77,087 12.0 60,085 12.0 65,741 11.2 97,512 12.8 198,227 18.0 2.0 0 0.0 0 0 0 0.0 11,078 1.5 28,482 2.6 6,192 1.0 3.816 0.8 4,686 0.8 5,108 0.7 40,157 3.6 60,984 9.5 47,621 9.5 54,164 9.3 69,607 9.1 108,505 9.8 1.9 248,701 38.8 211,789 42.3 318,118 54.4 430,543 56.5 563,097 9.1 108,505 9.8 1.9 220,623 3.4 183,966 36.7 287,460 49.2 376,389 49.3 462,961 42.0 42.0 42.0 42.0 42.0 42.0 42.0 42.0 42.0 42.0 42.0 42.0 46.0 42.0 42.0 42.0 42.0 42.0 42.1 42.0 42.1 42.1 42.	分野	予算額	%	予算額	%	予算額	%	予算額	%	予算額	%	予算額	%	予算額	%
6,192 1.0 3,816 0.8 4,686 0.8 5,108 0.7 40,157 3.6 8,912 1.0 3,816 0.8 4,686 0.8 5,108 0.7 40,157 3.6 9,912 1.5 8,649 1.7 6,891 1.2 11,718 1.5 21,083 1.9 24,62,984 9.5 47,621 9.5 54,164 9.3 69,607 9.1 108,505 9.8 1.9 220,623 34.4 183,966 36.7 287,460 49.2 375,389 49.3 462,961 42.0 12,567 2.0 17,268 3.4 23,299 4.0 39,981 5.2 78,538 7.1 15,463 2.4 10,534 2.1 7,331 1.3 15,139 2.0 20,331 1.8 15,438 20,10 1,267 20,331 1.8 15,139 2.0 20,331 1.8 15,438 3.4 13.5 48,336 3.7 50,061 8.6 34,778 4.6 58,264 5.3 50,061 8.6 38,134 6.5 61,603 8.1 85,835 7.8 53 52,114 8.1 37,409 7.5 50,061 8.6 61,603 8.1 85,835 7.8 53 54,836 40,615 8.1 42,709 7.3 73,785 7.1 73,785 7.3 73,785 7.3 73,785 7.3 73,785 7.3 73,785 7.3 74,785 7.3 74,4338 7.8 63,095 9.8 49,323 9.8 38,134 6.5 61,603 8.1 85,835 7.8 74,835 7.8	生產分野	77,087	12.0	60,085	12.0	65,741	11.2	97,512	12.8	198,227	18.0	268,880	21.1	401,507	21.7
6,192 1.0 3,816 0.8 4,686 0.8 5,108 0.7 40,157 3.6 9,912 1.5 8,649 1.7 6,891 1.2 11,718 1.5 21,083 1.9 60,984 9.5 47,621 9.5 54,164 9.3 69,607 9.1 108,505 9.8 1.9 248,701 38.8 211,789 42.3 318,118 54.4 430,543 56.5 563,097 51.0 8 220,623 34.4 183,966 36.7 287,460 49.2 375,389 49.3 462,961 42.0 8 12,567 2.0 17,268 3.4 23,299 4.0 39,981 5.2 78,538 7.1 48 0.0 21 0.0 27 0.0 33 0.0 1,267 0.1 260,106 40.6 188,394 37.6 157,811 27.0 189,731 24.9 27.6,858 25.1 35,468 <th< th=""><th>石油類</th><td>0</td><td>0.0</td><td>0</td><td>0.0</td><td>0</td><td>0.0</td><td>11,078</td><td>1.5</td><td>28,482</td><td>2.6</td><td>71,790</td><td>5.6</td><td>107,914</td><td>5.8</td></th<>	石油類	0	0.0	0	0.0	0	0.0	11,078	1.5	28,482	2.6	71,790	5.6	107,914	5.8
9,912 1.5 8,649 1.7 6,891 1.2 11,718 1.5 21,083 1.9 248,701 38.8 211,789 42.3 318,118 54.4 430,543 56.5 563,097 51.0 6 248,701 38.8 211,789 42.3 318,118 54.4 430,543 56.5 563,097 51.0 6 220,623 34.4 183,966 36.7 287,460 49.2 375,389 49.3 462,961 42.0 51.0 6 12,567 2.0 17,268 3.4 23,299 4.0 39,981 5.2 78,538 7.1 15,463 2.4 10,534 2.1 7,331 1.3 15,139 2.0 20,331 1.8 260,106 40.6 188,394 37.6 15,811 27.0 189,731 24.9 27.6,858 25.1 36,625 6.8 53,488 7.0 68,129 5.0 27.8 46,629 5.0 27.8	鉱物資源	6,192	1.0	3,816	0.8	4,686	0.8	5,108	0.7	40,157	3.6	37,772	3.0	110,542	0.9
60,984 9.5 47,621 9.5 54,164 9.3 69,607 9.1 108,505 9.8 248,701 38.8 211,789 42.3 318,118 54.4 430,543 56.5 563,097 51.0 9.8 220,623 34.4 183,966 36.7 287,460 49.2 375,389 49.3 462,961 42.0 51.0 12,567 2.0 17,268 3.4 23,299 4.0 39,981 5.2 78,538 7.1 48 0.0 21 0.0 27 0.0 33,981 1.8 7.1 7.331 1.3 15,139 2.0 1,267 0.1 1.8 7.1 7.331 1.3 1.4 20,331 1.8 7.1 7.331 1.3 1.4 20,331 1.8 7.1 7.331 1.3 1.8 7.1 7.3 1.8 7.0 20,331 1.8 7.1 7.2 8.2 8.2 8.2 8.2 9.2 9.2	工業及び観光	9,912	1.5	8,649	1.7	6,891	1.2	11,718	1.5	21,083	1.9	36,551	2.9	33,514	4.
248,701 38.8 211,789 42.3 318,118 54.4 430,543 56.5 563,097 51.0 620,023 220,623 34.4 183,966 36.7 287,460 49.2 375,389 49.3 462,961 42.0 51.0 42.0	農業関係	60,984	9.5	47,621	9.5	54,164	9.3	69,607	9.1	108,505	9.8	122,767	9.7	149,536	8.1
220,623 34.4 183,966 36.7 287,460 49.2 375,389 49.3 462,961 42.0 42.0 12,567 2.0 17,268 3.4 23,299 4.0 39,981 5.2 78,538 7.1 48 0.0 21 0.0 27 0.0 1,267 0.1 260,106 40.6 188,394 37.6 157,811 27.0 189,731 24.9 20,331 1.8 260,106 40.6 188,394 37.6 157,811 27.0 189,731 24.9 20,331 1.8 58,563 9.1 53,325 10.6 39,652 6.8 53,488 7.0 68,129 6.2 52,114 8.1 37,409 7.5 50,061 8.6 51,778 4.6 58,264 5.3 63,095 9.8 49,323 9.8 38,134 6.5 61,603 8.1 82,384 7.0 66,399 5.9 54,875 8.6	インフラ分野	248,701	38.8	211,789	42.3	318,118	54.4	430,543	56.5	563,097	51.0	573,504	45.1	870,496	47.0
12,567 2.0 17,268 3.4 23,299 4.0 39,981 5.2 78,538 7.1 48 0.0 21 0.0 27 0.0 33 0.0 1,267 0.1 260,106 40.6 188,394 2.1 7,331 1.3 15,139 2.0 20,331 1.8 58,563 9.1 53,325 10.6 39,652 6.8 53,488 7.0 68,129 6.2 86,334 13.5 48,336 9.7 29,964 5.1 39,861 5.2 64,629 5.9 52,114 8.1 37,409 7.5 50,061 8.6 34,778 4.6 58,264 5.3 63,095 9.8 49,323 9.8 38,134 6.5 61,603 8.1 8.6 53,438 5.8 65,399 5.9 640,769 9.0 50,084 100.0 7.3 44,338 5.8 65,399 5.9 44,835 100.0	運輸	220,623	34.4	183,966	36.7	287,460	49.2	375,389	49.3	462,961	45.0	478,387	37.6	694,233	37.5
48 0.0 21 0.0 33 0.0 1,267 0.1 15,463 2.4 10,534 2.1 7,331 1.3 15,139 2.0 20,331 1.8 260,106 40.6 188,394 37.6 157,811 27.0 189,731 24.9 276,858 25.1 3 58,563 9.1 53,325 10.6 39,652 6.8 53,488 7.0 68,129 6.2 86,334 13.5 48,336 9.7 29,964 5.1 39,861 5.2 64,629 5.9 52,114 8.1 37,409 7.5 50,061 8.6 34,778 4.6 58,264 5.3 63,095 9.8 49,323 9.8 38,134 6.5 61,603 8.1 44,338 5.8 65,399 5.9 640,769 100.0 500,884 100.0 584,380 100.0 762,123 100.0 1,103,580 100.0 148,875 23	エネルギー	12,567	2.0	17,268	3.4	23,299	4.0	39,981	5.2	78,538	7.1	75,491	5.9	146,907	7.9
15,463 2.4 10,534 2.1 7,331 1.3 15,139 2.0 20,331 1.8 260,106 40.6 188,394 37.6 157,811 27.0 189,731 24.9 276,856 25.1 3 58,563 9.1 53,325 10.6 39,652 6.8 53,488 7.0 68,129 6.2 86,334 13.5 48,336 9.7 29,964 5.1 39,861 5.2 64,629 5.9 52,114 8.1 37,409 7.5 50,061 8.6 34,778 4.6 58,264 5.3 63,095 9.8 49,323 9.8 38,134 6.5 61,603 8.1 85,835 7.8 7.8 54,875 8.6 40,615 8.1 42,709 7.3 44,338 5.8 65,399 5.9 640,769 100.0 500,884 100.0 584,380 100.0 762,123 100.0 1,103,580 100.0 1,103,580	通信	48	0.0	21	0.0	27	0.0	33	0.0	1,267	0.1	096	0.1	5,593	0.3
260,106 40.6 188,394 37.6 157,811 27.0 189,731 24.9 276,858 25.1 3 58,563 9.1 53,325 10.6 39,652 6.8 53,488 7.0 68,129 6.2 86,334 13.5 48,336 9.7 29,964 5.1 39,861 5.2 64,629 5.9 52,114 8.1 37,409 7.5 50,061 8.6 34,778 4.6 58,264 5.3 63,095 9.8 49,323 9.8 38,134 6.5 61,603 8.1 85,835 7.8 7.8 54,875 8.6 40,615 8.1 42,709 7.3 44,338 5.8 65,399 5.9 640,769 100.0 500,884 100.0 584,380 100.0 762,123 100.0 1,103,580 100.0 1,2	水資源	15,463	2.4	10,534	2.1	7,331	1.3	15,139	2.0	20,331	1.8	18,666	1.5	23,763	1.3
58,563 9.1 53,325 10.6 39,652 6.8 53,488 7.0 68,129 6.2 86,334 13.5 48,336 9.7 29,964 5.1 39,861 5.2 64,629 5.9 52,114 8.1 37,409 7.5 50,061 8.6 34,778 4.6 58,264 5.3 63,095 9.8 49,323 9.8 38,134 6.5 61,603 8.1 85,835 7.8 7.8 54,875 8.6 40,615 8.1 42,709 7.3 44,338 5.8 65,399 5.9 640,769 100.0 500,884 100.0 584,380 100.0 762,123 100.0 1,103,580 100.0 1,2	社会生活分野	260,106	40.6	188,394	37.6	157,811	27.0	189,731	24.9	276,858	25.1	362,295	28.5	473,210	25.6
86,334 13.5 48,336 9.7 29,964 5.1 39,861 5.2 64,629 5.9 52,114 8.1 37,409 7.5 50,061 8.6 34,778 4.6 58,264 5.3 63,095 9.8 49,323 9.8 38,134 6.5 61,603 8.1 85,835 7.8 54,875 8.6 40,615 8.1 42,709 7.3 44,338 5.8 65,399 5.9 640,769 100.0 500,884 100.0 584,380 100.0 762,123 100.0 1,103,580 100.0	健康福祉	58,563	9.1	53,325	10.6	39,652	6.8	53,488	7.0	68,129	6.2	67,834	5.3	74,966	4.1
52,114 8.1 37,409 7.5 50,061 8.6 34,778 4.6 58,264 5.3 63,095 9.8 49,323 9.8 38,134 6.5 61,603 8.1 85,835 7.8 54,875 8.6 40,615 8.1 42,709 7.3 44,338 5.8 65,399 5.9 640,769 100.0 584,380 100.0 762,123 100.0 1,103,580 100.0	教育文化	86,334	13.5	48,336	9.7	29,964	5.1	39,861	5.2	64,629	5.9	76,448	0.9	91,039	4.9
63,095 9.8 49,323 9.8 38,134 6.5 61,603 8.1 85,835 7.8 54,875 8.6 40,615 8.1 42,709 7.3 44,338 5.8 65,399 5.9 640,769 100.0 500,884 100.0 584,380 100.0 762,123 100.0 1,103,580 100.0	衛生	52,114	8.1	37,409	7.5	50,061	8.6	34,778	4.6	58,264	5.3	80,254	6.3	110,295	0.9
54,875 8.6 40,615 8.1 42,709 7.3 44,338 5.8 65,399 5.9 640,769 100.0 500,884 100.0 584,380 100.0 762,123 100.0 1,103,580 100.0 148357 23.2 144,384 22.8 217,073 37.3 221,785 20.1 247,403 22.4	住宅都市	63,095	9.8	49,323	9.8	38,134	6.5	61,603	8.1	85,835	7.8	137,759	10.8	196,910	10.6
640,769 100.0 500,884 100.0 584,380 100.0 762,123 100.0 1,103,580 100.0 148,357 23.2 114,384 22,8 24,282 373 274 285 294 247,493 22.4	その他	54,875	8.6	40,615	8.1	42,709	7.3	44,338	5.8	62,399	5.9	66,997	5.3	105,586	5.7
148357 232 114384 228 217073 373 221785 201 247403 224	수計	640,769	100.0	500,884	100.0	584,380	100.0	762,123	100.0	1,103,580	100.0	1,271,675	100.0	1,850,798	100.0
140,001 20.2 114,004 22.0 21,00 01.0 20.1 20.1 22.1	ABCへの配分額	148,357	23.2	114,384	22.8	217,973	37.3	221,785	29.1	247,493	22.4	263,879	20.8	380,969	20.6

出典:「ボ」国財務省ホームページ http://www.vipfe.go.bo/

表 2-1-3 「ボ」国政府支出執行額及び ABC の執行額(千 US ドル)

	2003	3	2004		2005	10	2006	3	2007		2008		2009	
分野	執行額	%	執行額	%	執行額	%	執行額	%	執行額	%	執行額	%	執行額	%
生産分野	48,730	9.7	54,799	9.1	71,503	11.4	97,787	11.1	122,420	12.2	146,949	10.9	I	
石油類	0	0.0	0	0.0	3,975	9.0	7,338	0.8	7,607	8.0	12,706	6.0	I	
鉱物資源	2,858	9.0	1,148	0.2	3,292	0.5	3,062	0.3	11,250	<u>L</u> .	34,161	2.5	I	
工業及び観光	5,023	1.0	4,449	0.7	6,778	7.	11,396	1.3	20,491	2.0	18,444	1.4	I	
農業関係	40,849	8.2	49,202	8.2	57,459	9.1	75,990	8.6	83,072	8.3	81,639	0.9	I	
インフラ公野	227,651	45.5	296,710	49.3	326,018	51.8	481,468	54.7	550,931	54.8	649,582	48.1	I	
運輸	203,408	40.7	264,280	43.9	288,675	45.9	409,475	46.6	449,554	44.7	490,157	36.3	I	
エネルギー	13,181	2.6	17,816	3.0	20,296	3.2	44,118	2.0	69,639	6.9	79,828	5.9	I	
通信	34	0.0	135	0.0	288	0.0	1,284	0.1	1,395	0.1	46,681	3.5	I	
水資源	11,028	2.2	14,478	2.4	16,759	2.7	26,591	3.0	30,342	3.0	32,916	2.4	I	
社会生活分野	186,926	37.4	221,053	36.7	193,991	30.8	262,730	29.9	284,200	28.3	427,328	31.6	ı	
健康福祉	37,011	7.4	45,032	7.5	40,365	6.4	61,151	7.0	63,285	6.3	79,674	5.9	I	
教育文化	65,742	13.2	54,214	9.0	42,492	8.9	75,191	8.5	77,727	7.7	123,927	9.2	I	
衛生	33,597	6.7	67,347	11.2	51,242	8.1	56,452	6.4	60,629	0.9	50,257	3.7	I	
住宅都市	50,575	10.1	54,462	9.1	59,891	9.5	69,935	8.0	82,810	8.2	173,470	12.8	I	
その他	36,491	7.3	29,045	4.8	37,671	0.9	37,484	4.3	47,860	4.8	127,360	9.4	1	
合計	499,798	100.0	601,608	100.0	629,183	100.0	879,469	100.0	1,005,411	100.0	1,351,219	100.0	I	
ABCへの配分額	136,462	27.3	188,177	31.3	195,368	31.1	171,644	19.5	214,560	21.3	237,570	17.6	Ι	
十分 经市區 : 計2 井二			, ,											

出典:「ボ」国財務省ホームページ http://www.vipfe.go.bo/

(2) SEARPI

ピライ川の改修に関して SEARPI の 2004 年から 2009 年までの事業予算を表 2-1-4 に示す。この表には複数年度にまたがる継続事業も計上されており、長いものは 2002 年から 2017 年におよぶものもある。対象河川はピライ川がそのほとんどで全体予算の 70%を占めている。

表 2-1-4 SEARPIの事業予算(2004年から2009年:単位ボリビアーノ)

年度	2004	2005	2006	2007	2008	2009
予算	7,756,727	14,919,397	17,458,618	19,552,215	19,552,216	19,552,216

SEARPI の 2008 年の単年度事業予算は緊急対策事業、復旧事業、再構築事業に分けられ、表 2-1-5 に示すように合計 135 百万ボリビアーノ(17.4 億円) になっている。このうち再構築事業が多く、ピライ川とリオ・グランデ川での事業が大部分を占め、一部ヤパカニ川とイチロ川が含まれる。なお、一件当りの事業費は再構築事業が最も高く 3 百万ボリビアーノ(4 千万円)で、緊急対策事業や復旧事業は約百万ボリビアーノ(約 1.5 千万円)となっている。

表 2-1-5 SEARPIの事業費(2008年)

項目	金額(ボリビアーノ)	件数
緊急対策事業	8,557,000	9
復旧事業	44,935,182	36
再構築事業	81,678,966	26
合 計	135,171,148	71

2-1-3 技術水準

ABC は「ボ」国の幹線道路に係る建設、改良、改修、維持保守等の全般管理の任にあるが、設計施工の実務は民間企業への委託し、自体は専ら計画や発注管理を行っている。世界銀行や外国からの援助が実行予算の大部を占めており、設計施工も外国企業の活躍する場合が多い。その中でボリビア国のコントラクターや建設コンサルタントも育成されてきている。今回の取付け道路護岸の対策に関連する発注機関である ABC、また実際に河川工事を実施している SEARPI、関連するコンサルタント及び施工業者の状況について以下に述べる。

(1) ABC

ABC の主な使命が計画及び発注管理であるために、技術全般、すなわち計画、設計、施工、維持管理の一部しか分担していない。このため、その技術分野や水準も限定されたものになっている。今回の護岸対策に関しては、これまでに取付け道路の応急対策工事及びイチロ川の河岸対策等を実施しており、十分実施能力はあると考えられる。ただ、現在組織の再編成が行われていることから、一時的に実施能力が低下する可能性がある。また、本調査が概略設計であり、詳細設計、工事発注仕様書の作成等を行う必要があるが、この対応にも支障が出る可能性はある。工事の管理に関してはサンタクルス支所は経験を有している。

(2) SEARPI

SEARPI は 1983 年の設立以来、ピライ川の河川改修に携わってきた。大規模な改修は 2000 年にモンテーロ市街地防御ピライ川治水事業(Programa de Protection de la Ciudad de Montero las Inundaciones del Rio Pirai)が完了して以来行われていない。しかし、ピライ川、リオ・グランデ川、ヤパカニ川等の小規模な改修をその後も継続しており、また水位等の観測も実施している。したがって、ピライ川で代表されるような「ボ」国の平原地帯の蛇行河川の改修に関する経験を有しており、また工事の記録も集積されている。河川改修の工法として堤防の建設、蛇行のショートカット、河道整正のための水制の建設などに関して経験を有している。

今回の護岸対策に関連しても、ここで採用した技術は SEARPI が実施した経験を有している。

(3) 建設コンサルタント

「ボ」国におけるコンサルタントの多くは "CAMAPA NACIONAL DECONSULTORIA" と称するコンサルタント協会に所属し、情報交換等を行っているが、技術者のための資格試験等は行っていない。また、日本のような資格制度もなく大学卒業で得られる修士号、学士号と経験でその地位が守られている。河川関係の設計を実施できるコンサルタントは、必ずしも十分ではないが、開発調査の主要国道道路災害予防調査においてパイロット工事の設計を現地再委託で実施したコンサルタントもあり、ある程度の対応は可能と考えられる。

(4) 施工業者

施工業者も多くの経験者を擁しており、工事経験は豊富のようである。すなわち、現在、サンタクルス県ではピライ川、リオ・グランデ川、ヤパカニ川、イチロ川で河道改修及び河岸の侵食対策工事が実施されており、これらの工事を実施した能力を有している。

2-1-4 公共調達制度

「ボ」国では 2009 年 6 月 28 日付け大統領令第 0181 号第 11 条の規定に従い、各公共機関が法律に従い特定規則を作成し、それらを公共・サービス・住宅省の公共手続基準局 (DGNGP) に提出するように、資材・サービス管理システムに関する特定規則 (RE-SABS) モデルを作成、これを承認した。この規定に従い「ボ」国における公共調達制度は行われる事となった。

2-1-5 調達事情

「ボ」国の調達事情の調査結果を表 2-1-6 に示す。

表 2-1-6 調達事情調査結果

調査名	入手先	調査結果
労務状況	現地建設業者	建設業者からの聞き取り調査結果よりサンタクルス市における作業員の確保は可能であり技術レベルに問題はない。ただし近年、公共事業が過密しており、優秀な特殊技能工(世話役、型枠大工、鍛冶、左官)の奪い合いが発生し、賃金の上昇傾向がみられる。
資材調達状況	建設資材販売店/ 現地建設業者	河川内工事に必要な建設材料については、そのほとんどがサンタクルス市近郊で調達可能である。ただし、近年、コンクリート骨材、砂、玉石、木材等が品不足の傾向にあり、工事発注時には準備工段階で確保する必要がある。 鉄筋、セメントについては特に不足の情報はなかった。
建設機械状況	現地建設業者	河川工事に必要な建設機械については、SEARPI からの聞き取り調査では問題がないことを確認している。しかし市場での聞き取りでは、工事中の河川内で、増水により機材が流出した場合の補償を取り付けなければ、リースに応じないことを確認した。
プラント状況	各種プラント	コンクリートプラント、アスファルトプラントともにサンタクルス近郊で営業しており調達は問題ない。
建設状況	現地建設業者	首都ラパスおよびサンタクルス市において 2007 年から活発に 公共事業がおこなわれていることを確認した。
品質管理手法	現地コンサルタント	現地建設業者および現地コンサルタントより品質管理の手法は AASHTO の基準等に準拠していることを確認した。
技術者状況	現地コンサルタント	現地コンサルタントの技術力は 2007 年にパイロット事業で河 川護岸の設計を委託した例があるが、当時と同様であることが 確認できた。
電力·用水	公共機関/ 現地建設業者	一般電力の使用可、飲料水は購入、工事用水の調達は、サイト近傍に井戸を掘り、井戸水の使用が考えられる。
仮設用地	SEARPI	サイト近郊の右岸に SEARPI の観測敷地があり、工事中の敷地提供が可能であることが確認できた。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 国道 4 号線

日ボ友好橋の架かる国道 4 号線は、「ボ」国における 3 大都市ラパス、コチャバンバ、サンタクルスを結ぶ線上にあり、同国の物流の要となっている。この路線は、主要都市を結ぶ国内物流の幹線道路であるとともに、サンタクルス産の農産物、木材、畜産品の輸出、隣国のブラジルとチリを結ぶ東西輸出回廊でもあり、国内的にも国際的にも「ボ」国における最も重要な路線である。「ボ」国の道路全般的に言えることであるが、道路整備を進める上で舗装道路の整備は極端に幹線道路に比重が置かれ、県道、市道レベルにおける舗装道路は非常に少ない。従って、物流は幹線道路を頼らざるを得ない状況で、これは、比較的道路事情の良いサンタクルス州においても言えることである。また、ABCの定期交通量観測結果から見ても、約5,000 台/日を超える国道 4 号線の交通量は、図 2-2-1 に示すように、他の路線と比べて路線全体で多く、ボリビアの経済活動の上での最重要路線であることを示している。したがって、道路災害により国道 4 号線が通行不能となると、整備状況の悪い国道 7 号線への迂回を余儀なくされ、農産物、畜産品等の供給が遅れる事態となる。

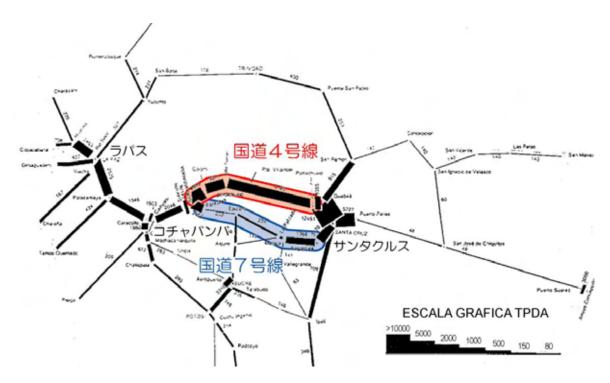


図 2-2-1 国道 4 号線・7 号線の交通量

(2) 日本・ボリビア友好橋

国道 4 号線に位置する日ボ友好橋は、2005 年以前はアイゼンハウワー橋と呼ばれており、1964年にアメリカの援助によって第 2 次大戦時の余剰資材を利用して建設され、橋長 280m、橋面高 285.25m、幅員 6.82m、橋脚 4 基、橋脚幅 1.5m の 5 径間のトラス橋である。これまで洪水の影響及び部材損傷により改修が行われてきた。1983年 3 月の洪水によりピライ川は氾濫したが、主流がモ

ンテーロ付近を流れたため、日ボ友好橋は被災を免れた。しかし、河床が上昇し、流下能力の問題があると考えられたため、1988年に上部工を鋼製支柱により 2.3m かさ上げした。

その後、上部工の重車両通過時の揺れ、トラス部材の大型車両の接触による変形、床板コンクリートの露出などの問題点を改善するために、維持工事が 2000 年 10 月から 2001 年 3 月にかけて行われた。これはコンクリートによる支承台座の補強、トラス部材の交換と矯正、橋門構の交換、床板の補強、ジョイント部の補修等からなる。また、2002 年 5 月から 6 月にかけては、左岸橋台周辺のじゃ篭による根固め工の設置、コンクリートにより法面保護工の設置が行われた。

2005 年から 2007 年にかけては、トラス部材の損傷、橋門構破断、舗装の欠損、床板コンクリートの損傷等が生じていることから日本の無償資金協力によりトラス部材の補強、路面の舗装、床板の補修と補強、橋台周辺の護岸設置を実施している。

(3) ピライ川河道改修

今回の取付け道路の被災原因となったピライ川については 1983 年の洪水を受けて、1991 年に延長 215km の区間についてピライ川流域治水基本計画が策定された。その主な内容は河道改修工事として、総延長 16.3km の落差工 97 基、河岸法先保護工延長 49km、護岸工 90.5km、水制工 3.5km、締切堤護岸 4.3km、100 年確率堤防工事 5.6 百万 m³、20 年確率堤防工事 2.2 百万 m³である。

計画に基づいて 1994 年から 2000 年の間にベルヒカ橋から日ボ友好橋までの間約 33km について モンテーロ治水事業が実施された。その主な内容はモンテーロとワルネスの市街地を守るベルヒカ橋 からファン・ラティーノ間の延長 17.2km 及びファン・ラティーノから日ボ友好橋間の延長 14.2km の右岸 100 年確率堤防、ファン・ラティーノから日ボ友好橋間の延長 13.9km の右岸 20 年確率堤防、 支川グェンダ川左岸のポルタチェロを守る延長 5.9km の左岸 100 年確率堤防、ベルヒカ橋から日ボ 友好橋までの延長 33km の間の水制工、河道掘削、護岸工等の河道改修からなる。なお、右岸 20 年 確率堤防には横越流堤が設けられ、ピライ川の流量が 2,000m³/s を超えると越流し、ピライ川本川の流量を軽減するよう計画されている。

日ボ友好橋地点の計画流量は、現計画では 3,720 m³/s であり、これはファン・ラティーノ地点で 100 年確率流量 5,160 m³/s のうち、1,900 m³/s を横越流させ、ピライ川本川には 20 年確率に相当する 3,260 m³/s を流下させる計画である。日ボ友好橋地点ではこれにグェンダ川の流量を加え、3,720 m³/s となる。一方、将来の計画流量は 5,620 m³/s であり、これは本川の流量 5,160 m³/s にグェンダ川の流量を加えた値である。またこの場合、右岸 20 確率堤防を 100 年確率堤防とし、横越流堰を撤去する計画であり、日ボ友好橋は橋長を延長することを SEARPI は提言している。なお、日ボ友好橋地点の堤防高は右岸 100 年確率堤防の国道 4 号線との交差地点で標高 284.52m、右岸 20 年確率堤防の交差地点で標高 281,89m となっている。

2009年における日ボ友好橋周辺の施設の配置状況は図 2-2-2に示すとおりであり、2008年の洪水による河道の変動に対して、河道掘削及び水制工の設置が行われている。

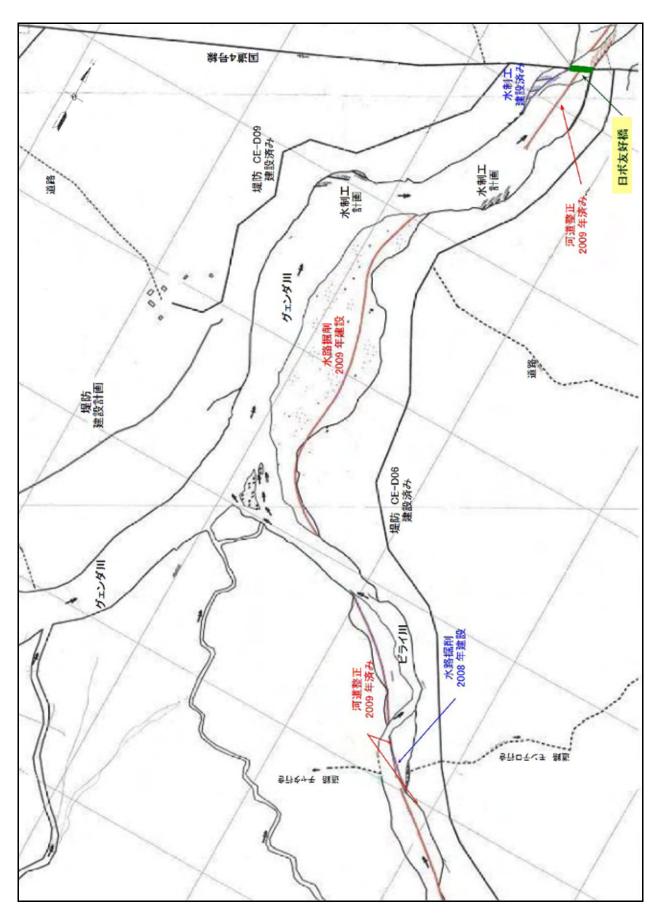


図 2-2-2 日ボ友好橋周辺の河道形状と施設の配置状況

2-2-2 自然条件

2-2-2-1 気 象

(1) 気温、湿度、風向、風速

気温、湿度、風向、風速に関しては、日本・ボリビア友好橋に最も近く観測資料の充実している気象観測所として、本橋の東約 5km に位置するモンテーロ(Montero)を選定し、月ごとの気温、湿度、風向、風速を整理した。

年間を通した平均気温は 24.9[°] C程度で、最高気温は 10 月の 32.9[°] C、最低気温は 7 月に 14.6[°] C程度まで下がる。湿度は年間を通して高く年平均で 75.2%である。

			•										•	
月		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
最高気温平均	$^{\circ}\! C$	32.4	32.1	31.6	31.3	28.1	27.8	28.0	30.4	32.0	32.9	32.8	32.1	31.0
最低気温平均	$^{\circ}\! \mathbb{C}$	21.7	21.5	21.1	19.4	16.5	16.2	14.6	15.9	17.5	20.2	20.4	21.1	18.8
平均気温	$^{\circ}\! \mathbb{C}$	27.0	26.8	26.4	25.3	22.3	22.0	21.3	23.2	24.7	26.6	26.7	26.6	24.9
平均湿度	%	79	82	82	78	77	76	70	69	64	71	74	80	75.2

表 2-2-1 モンテーロにおける気温、湿度、風速

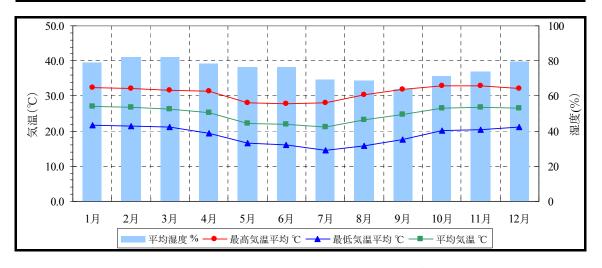


図 2-2-3 モンテーロにおける気温および湿度

(2) 月降雨量

降雨量に関しては、日ボ友好橋地点で SEARPI が観測を行ったデータを整理した。月降雨量は 10月から 4月が 100mm を越え、年間降雨量は 1,400mm 程度である。

2月 4月 5月 6月 7月 8月 9月 10 月 11月 12 月 1月 3月 年間 1,319 1,426 1,922 1,491 平均 1,421

表 2-2-2 日ボ友好橋地点における降雨量(単位:mm)

資料:SEARPI Eisenhower 観測所

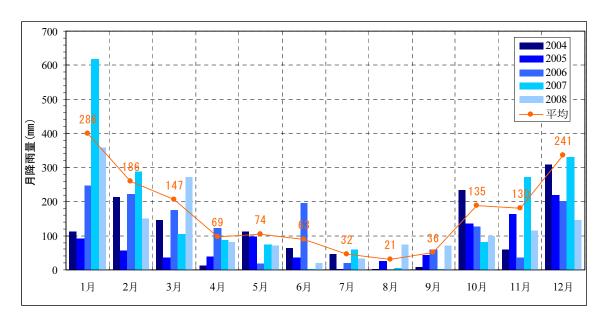


図 2-2-4 日ボ友好橋地点における降雨量

(3) 最大日雨量

最大日雨量は 2007 年 1 月に 225mm を記録している他は、ほぼ 100mm 以下である。

1月 2月 3月 4月 5月 6月 9月 10 月 11 月 12月 7月 8月 平均

表 2-2-3 日ボ友好橋地点における最大日雨量(単位:mm)

資料:SEARPI Eisenhower 観測所

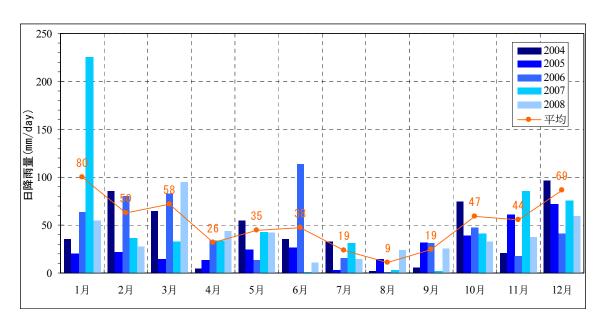


図 2-2-5 日ボ友好橋地点における最大日雨量(単位:mm)

(4) 日降雨 10mm 以上の日数

施工計画に必要となる日降雨 10mm 以上の日数は、12 月 ~ 2 月に 5 日以上となるが、3 月 ~ 11 月 にかけては 5 日以内である。

1月 2月 3月 4月 5月 6月 8月 9月 10月 11月 12月 年間

1.4

1.2

3.8

6.2

39.2

表 2-2-4 日ボ友好橋地点における日降雨 10mm 以上の日数(単位:日)

2-2-2-2 水理·水文

7.2

3.8

2.2

2.4

平均

サンタクルス県の河川に関してはピライ川治水公団(SEARPI)が管理しており、ピライ川においては複数の地点で自記水位計による連続水位観測および不定期の流量観測が実施されている。日ボ友好橋下流に位置するアイゼンハウアー観測所における各月の最高水位と発生日を下表に示す。

表 2-2-5 日ボ友好橋地点における月最高水位(単位:m)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10 月	11 月	12 月	最高
2004	0.95	0.95	0.95	0.57	0.61	0.53	0.42	0.36	0.35	1.65	0.82	1.20	1.65
2005	1.70	0.90	2.00	0.78	0.76	1.38	0.45	0.72	0.88	2.25	1.88	1.64	2.25
2006	2.10	1.76	1.50	1.44	0.68	0.93	0.34	0.16	0.50	0.63	0.90	1.23	2.10
2007	1.75	2.40	1.20	0.58	1.70	0.31	0.56	0.27	0.27	0.49	1.00	0.88	2.40
2008	1.70	1.75	2.25	2.00	1.27	0.98	1.10	1.07	0.86	1.01	1.38	1.82	2.25
平均	1.64	1.55	1.58	1.07	1.00	0.83	0.57	0.52	0.57	1.21	1.20	1.35	2.13