

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

東部州 5 橋架け替え計画（以下、本プロジェクト）の「ス」国側主管官庁は道路省（Ministry of Highways & Road Development）であり、実施機関は道路開発庁（Road Development Authority; RDA）である。道路省及び RDA の組織図をそれぞれ図 2-1-1、図 2-1-2 に示す。

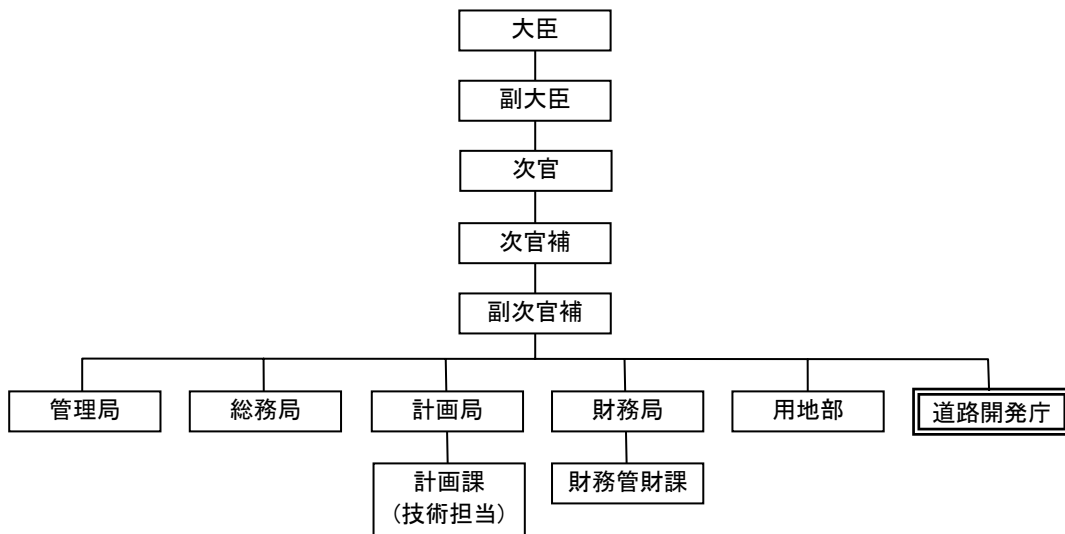


図 2-1-1 道路省組織図

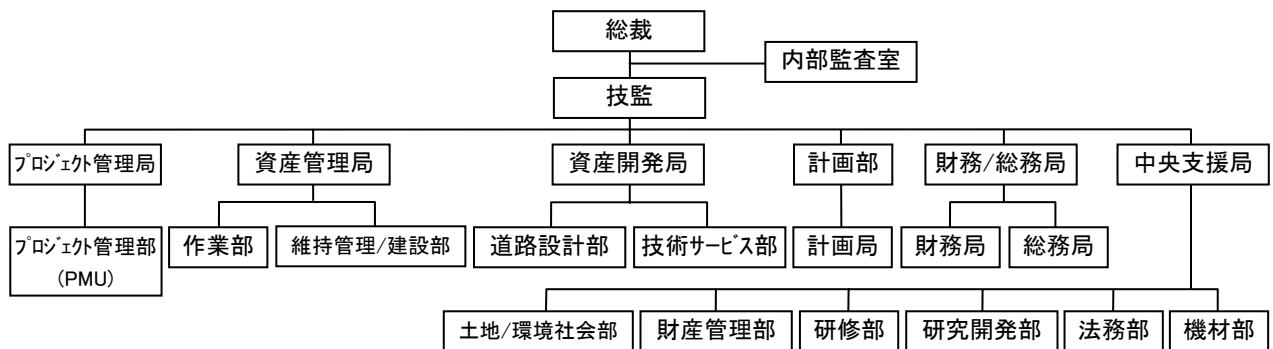


図 2-1-2 道路開発庁（RDA）組織図

実施機関である RDA は 1986 年に設立され、A 及び B クラスの国道ネットワーク（総延長 11,694km 及び 4,048 箇所の橋梁）改善を目的とした計画から建設・維持管理まで、道路・橋梁に関する一連の業務を実施するための公的機関であり、本プロジェクトで改修予定の道路・橋梁についても維持管理業務を担当する。なお、本プロジェクト設計段階における RDA 側窓口は「技術サービス部」であり、設計、用地取得、住民移転、公共施設移設等についても協議を担当している。ま

た、工事実施段階における RDA 側窓口は PMU と呼ばれるプロジェクト管理部の 1 部門である「日本援助プロジェクト部」が担当する。さらに、プロジェクト完了後における道路・橋梁の維持管理は東部州事務所管轄のアンパラ県事務所（橋梁 No.1-3）、及びバチカロア県事務所（No.4-5）が担当する。

2-1-2 財政・予算

「ス」国における道路事業投資は国家政策の主要項目の 1 つとなっており、2008 年の道路事業投資額 827 億ルピーは、2006 年からの 3 年間で約 153%増加と急激な伸びを示している。このうち、高速道路建設および用地取得に充てられた額が大きく増加している。過去 3 年間の道路事業投資額を表 2-1-1 に示す。

表 2-1-1 「ス」国道路事業投資額

(単位：億ルピー)

	2006	2007	2008
伸び率 (対 2006)	-	44 %	153 %
高速道路	68	77	356
維持管理	29	34	58
リハビリ	147	237	132
改良	30	46	25
機能向上	18	24	74
用地取得	23	30	149
その他	12	21	33
合計	327	469	827

出所: Annual Report 2007, 2008, Ministry of Finance and Planning Sri Lanka

2-1-3 技術水準

1986 年に RDA が公共事業省（現道路省）から分離し、道路・橋梁の設計、施工、及び維持管理に特化した組織になったことにより、技術員も年々増加し、また各職員は多様な技術トレーニングや日本を始めとする諸外国への研修・留学により、着実にその技術力を蓄積している。この結果、現在では支間長 20m 以下の小規模橋梁であれば、RDA 独自の技術力で架け替え可能であり、また技術的な難易度によるものの、支間長 20m 程度の中規模橋梁の施工実績も有している。さらに RDA は BS に準拠した「ス」国における道路・橋梁の設計マニュアルを発行しており、本プロジェクトにおける設計基準として適用されている。

道路・橋梁の維持管理業務は RDA 本部の維持管理/建設部が統括し、各県事務所が現場での作業を管理・運営しているが、維持管理システムのマニュアル化が進められていることにより、作業効率や品質も向上している。

2-1-4 既存施設

各調査対象橋梁の現況及び課題を表 2-1-2 に示す。

表 2-1-2 各調査対象橋梁の現況・課題

国道	橋梁 No.	既存橋 No.	現況・課題
A5	No.1	240/4	橋長 : 2@10.0=20.0m 幅員 : 4.7m 上部工形式 : 単純I桁 下部工形式 : 石積橋台 損傷状況 : 床版用鋼板の腐食、主桁の発錆 石積みの橋台・橋脚にクラック発生 損傷原因 : 老朽化、通過交通の重量化、維持管理不足 河川状況 : 乾期の流水はない 周辺状況 : 橋梁左側に田畑、右側に河川、人家は無い
A5	No.2	241/2	橋長 : 6.8m 幅員 : 6.0m 上部工形式 : 単純鋼I桁 下部工形式 : 石積橋台 損傷状況 : 床版用鋼板の抜け落ち(交通規制中) 橋台石積みにクラック発生 損傷原因 : 老朽化、通過交通の重量化、維持管理不足 河川状況 : 僅かであるが常時水は流れている 周辺状況 : 橋梁の両側は畑地
		241/3	橋長 : 3.7m 幅員 : 6.0m 上部工形式 : 単純RC桁橋 下部工形式 : 石積橋台 損傷状況 : 主桁の損傷は無い、石積み橋台下部の損傷 損傷原因 : 老朽化、通過交通の重量化、維持管理不足 河川状況 : 雨期でも洪水時以外水は流れない 周辺状況 : 橋梁の両側は畑地
		241/4	橋長 : 5@9.5m=48.0m 幅員 : 5.1m 上部工形式 : 単純鋼I桁 下部工形式 : 石積橋台・橋脚 損傷状況 : 床版用鋼板の腐食、変形 石積み橋台・橋脚にクラック発生 損傷原因 : 老朽化、通過交通の重量化、維持管理不足 河川状況 : 洪水時のみ水が流れる、雨期でも水たまり程度 周辺状況 : 橋梁の両側は畑地
	No.3	247/2	橋長 : 21.0m 幅員 : 3.8m 上部工形式 : ベイリー橋 下部工形式 : 石積橋台、橋脚 損傷状況 : 石積み橋台崩壊による落橋 損傷原因 : 石積み橋台の老朽化、洗掘による橋台崩壊、落橋 河川状況 : 乾期でも常に水が流れ、洪水時はかなりの流量 周辺状況 : 橋梁の両側は荒地、右側に高圧線が通る
	No.4	283/7	橋長 : 9@4.0m=36.0m 幅員 : 5.0m 上部工形式 : RCスラブ橋 下部工形式 : レンガ積橋台橋脚 損傷状況 : 上部工に損傷は殆ど見られない レンガの一部崩壊、沓座コンクリートのひび割れ 損傷原因 : 老朽化、洪水による橋台・橋脚の損傷 河川状況 : 乾期でも常に水が流れ、洪水時はかなりの流量 周辺状況 : 橋梁の両側は低い荒地、左側に高圧線が通る
A15	No.5	59/1	橋長 : 142m 幅員 : 10.0m 上部工形式 : PCプレテン桁 下部工形式 : ケーソン基礎橋台橋脚 損傷状況 : 2004 インド洋津波により落橋及び橋脚背後の盛土流出 LTTEにより仮設ベイリーも破壊される 損傷原因 : 津波、内戦 河川状況 : ラグーンのため、干満の影響を受ける 周辺状況 : 両側はラグーン、漁場、小規模漁船停泊所

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

本調査対象地域である東部州は、長年の内戦の影響を受け、西部地域に比べてインフラ整備が大幅に遅れているのが現状である。橋梁 No.1～4 が位置する国道 5 号線は、舗装はされているものの維持管理が行われていないため、路面の破損、不陸、クラックが至る所で見られると共に、舗装部の幅員も 4～5m 程度と狭く、走行性、安全性への支障が大きい。パニチャンケニ橋が位置する国道 15 号線はさらに路面の破損が進んでいると共に、ラグーンまたは河川により道路が分断されている箇所が複数あり、フェリーでのみ渡河が可能な状況であるため、大型車等は内陸側の幹線道路へ迂回をせざるを得ない状況となっている。

2-2-2 自然条件

(1) 気象・水文

本案件の対象 5 橋梁が位置する東部州（スリランカ東部州バチカロア県及びアンパラ県）は、西部州に比べると雨量はやや少ないものの、2008 年の年降雨量は 1980mm に達している。特に、ベンガル湾から吹き付ける北東モンスーンの影響を受ける 11 月から 2 月の雨期には、月 400mm の雨量を記録し、河川の氾濫により広域にわたる洪水や路面の冠水が発生している。また、2004 年末に発生したインドネシア沖大地震による津波の被害を受けた地域であり、パニチャンケニ橋の橋台背面土工部の崩壊はじめ、沿岸部またその周辺において被害の影響が見られる。対象橋梁近傍であるバチカロア観測所における気象データを以下に示す。

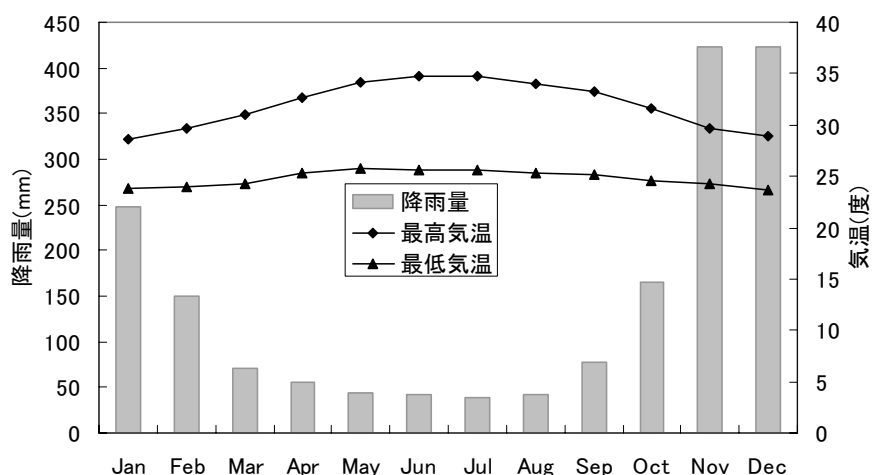


図 2-2-1 月別降雨量(1993～2008 平均値)および月別気温(2004～2008 平均値)

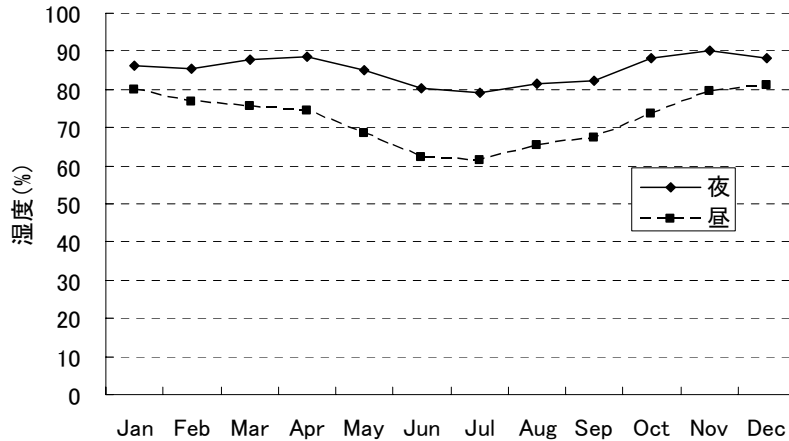


図 2-2-2 月別湿度(2004~2008 平均値)

表 2-2-1 月別風向・風速(1998~2007 平均値)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
風向(度)	12.5	20.3	51.4	94.5	117.1	174.8	162.0	167.9	138.8	110.4	0.2	359.2
風速(km/h)	7.0	6.1	4.8	4.7	4.7	4.7	4.2	4.2	3.8	4.1	4.9	6.8

注：風向は北からの角度

全国の河川・洪水データについては、管理対象が一級及び一部の二級河川のみであり、また対象地域は長年の内戦のため、本調査で対象となる河川、ラグーンにおけるデータは管理されていない。各調査対象橋梁周辺の河川、ラグーンの状況を以下に示す。

a) 橋梁 No.1

対象橋梁下は、乾期に通水は見られないが、雨期には A5 号線と平行して南側を流れるマハオヤ川の水位上昇が対象橋梁を含む周辺一帯に洪水をもたらし、マハオヤ川の湾曲部から溢れた流水が、対象橋梁下に流れ込む状況となっている。ただし、水位は例年 12 月頃に対象橋梁の桁下まで上昇するものの、道路が冠水するまでには至っていない。また、洪水時は周辺一帯で水位が徐々に上昇している状況であるため、流水による著しい下部工の洗掘、浸食などは見られていない。

b) 橋梁 No.2

対象となる現橋 3 橋のうち、241/2 下をクダオヤ川が通り、通年で流水が見られるが、乾期においては、241/3 には橋梁下に氾濫原特有の水たまりが出来ている程度で、241/4 にはほとんど通水は見られない。雨期には、マハオヤ川、クダオヤ川の増水により 241/3、241/4 下に流れ込み、洪水時になると、対象橋梁を含む周辺一帯が浸水している。道路面においては、縦断線形の関係から、241/4 から北東方向の土工区間において、最大約 1 m 程度冠水している状況であり、橋梁部においては、洪水によるものと思われる下部工の浸食、高欄の破損、および舗装面の損壊が見られる。また、本線沿いにある家屋へのヒアリングの結果、毎年 12 月頃に床上浸水し、その際は家財類を棚に上げているような状況であることを確認した。

c) 橋梁 No.3

対象橋梁下を流れるプラヴェリアル川は、一年を通じて通水が見られるが、対象橋梁部の縦断線形が上がっていることもあり、現地ヒアリングでは、洪水時においても周辺地域一帯は浸水するものの、水位上昇による上部工への影響は見られていないことを確認した。地元代表者からのレターより、落橋しているトラス橋は1990年以前に洪水によるものと確認したが、トラス橋は、現在のベイリー橋より約60cm下に架橋されていたと想定される。

d) 橋梁 No.4

対象橋梁は、ラグーンに近接し、周辺一帯が洪水の氾濫原となっている地域に位置している。乾期に通水はほとんど見られないが、雨期にはラグーン水位の上昇に伴い、周辺洪水域一帯が浸水する。対象橋梁部においては、毎年、桁下約30cm程度まで水位が上昇しているが、路面の冠水にまでは至っていないことを現地ヒアリングにて確認した。

e) 橋梁 No.5 (パニチャンケニ・コースウェイ)

対象橋梁及びコースウェイは、バチカロアラグーン上河口部から約3km離れたところに位置している。2004年末のインドネシア沖大地震による津波の影響で、橋台背面盛土が流出されると共に、コースウェイ部の擁壁、カルバートが損壊している。また、コースウェイ東部側の損壊が西部側に比べ激しく、対象橋梁部手前のラグーンの形状により、流心がやや東部の寄っていることが想定される。現地でのヒアリングによると、毎年雨期にはコースウェイは1m程冠水していることを確認した。また、地元村落からのレターによると、雨期の大雨時にはコースウェイから4.5ft(約1.35m)の高さまで冠水するとされている。

(2) 地形・地質

1) 地形概要

スリランカ国(以下「ス」国)の地形は、標高によって中央高地、平原地帯および海岸地帯の3タイプに特徴づけられる。中央高地は「ス」国の中南部に位置し、その中心地域は南北に約65kmにわたって連なり、その最高峰は標高2,524mのピドゥルタラガラ山である。平原地帯は標高30-200mで開析が進み、所々に片麻岩の丘が散在している。海岸地帯は標高30m以下の平坦地形を呈し、砂浜やラグーンが分布する。

本調査対象地域は、橋梁No.1～4はマハオヤ川の氾濫原に位置し、起伏の少ない平坦な地形で周辺には耕作地や牧草地が広がり家屋は少ない。標高(海拔)は橋梁No.1～3が約40m、橋梁No.4が約0mとなっている。また橋梁No.5は外洋から約2km内陸側のラグーンの汽水域に架かっており、周辺は草地、荒地、マングローブ植生地等で海拔約0mの平坦な地形であるため、インド洋大津波でも橋梁部/コースウェイ部に甚大な被害を受けた。

2) 地質概要

本調査対象地域である東部州の主要な地質は、沖積世に生成された海岸地帯の堆積層（砂、シルト、粘土）、および先カンブリア代に生成された内陸部平原地帯の岩石帯（Vijayan Complex）のうち、片麻岩地帯に大別できる。片麻岩とは変成岩の内、片麻状組織を持つ岩石の総称であり、片状構造が不明瞭で石英・長石に富む白色層と雲母・角閃石に富む暗色層とが粗い縞模様を持つことが特徴である。このうち、本調査対象橋梁の5橋では、橋梁 No.1 ～ 3 が片麻岩帯、橋梁 No.5 が堆積層、橋梁 No.4 は両者の境界付近に位置すると考えられる。本調査対象地域の地質平面図を図 2-2-3 に示す。

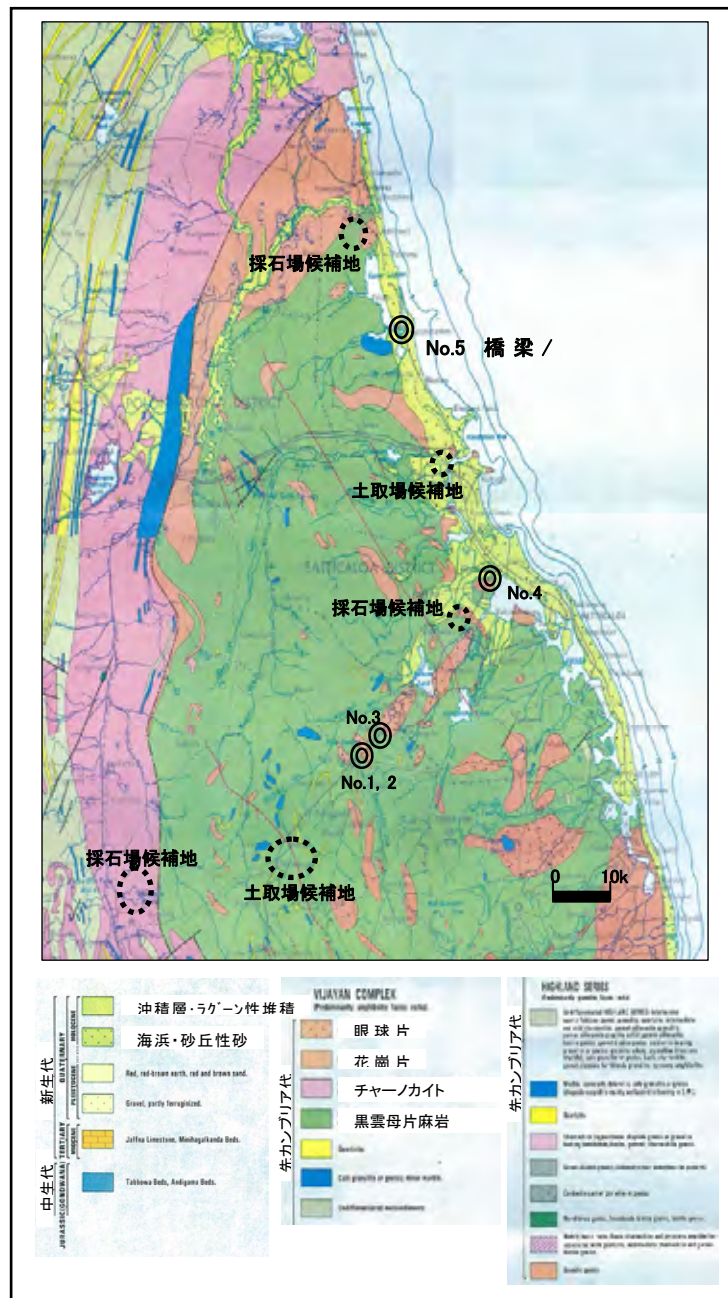


図 2-2-3 調査対象地域地質平面図

3) 橋梁架設地点の地質状況

a) 橋梁 No.1 (A5 号線 240/4)

同橋梁では新橋の左岸と右岸に各 1 箇所の計 2 箇所で地質調査（ボーリングおよび室内試験）を実施した。この調査結果を基に作成した推定地質縦断面図を図 2-2-4 に示す。橋梁下部工の支持層は深度 7～8m の風化岩層にあると推定される。

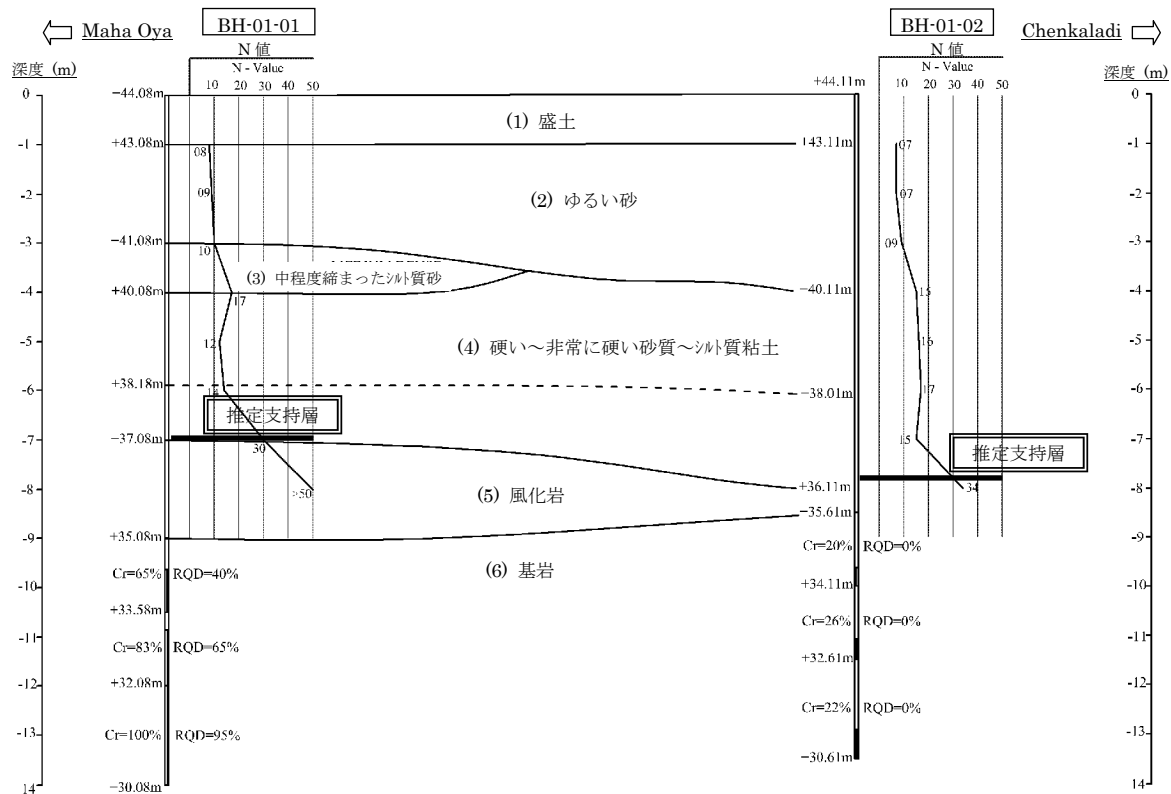


図 2-2-4 橋梁 No.1 推定地質縦断面図

b) 橋梁 No.2 (A5 号線 241/2, 241/3, 241/4)

同橋梁は既設小橋梁が 3 橋（241/2, 241/3, 241/4）が連続している区間であり、これらを撤去して新橋を建設する計画である。ここでは新橋左岸および河川内（241/3 と 241/4 の間）で各 1 箇所の計 2 箇所で地質調査を実施した。また 2008 年に RDA が独自で実施した 241/4 橋梁周りの地質調査結果も用いて、同橋梁の支持層を推定する。この調査結果を基に作成した推定地質縦断面図を図 2-2-5 に示す。支持層は N 値 30 以上の砂層（BH-02-01）および風化岩層（BH-02-02, BH-02-RDA）にあり、深度は 5～6m 程度と推定される。

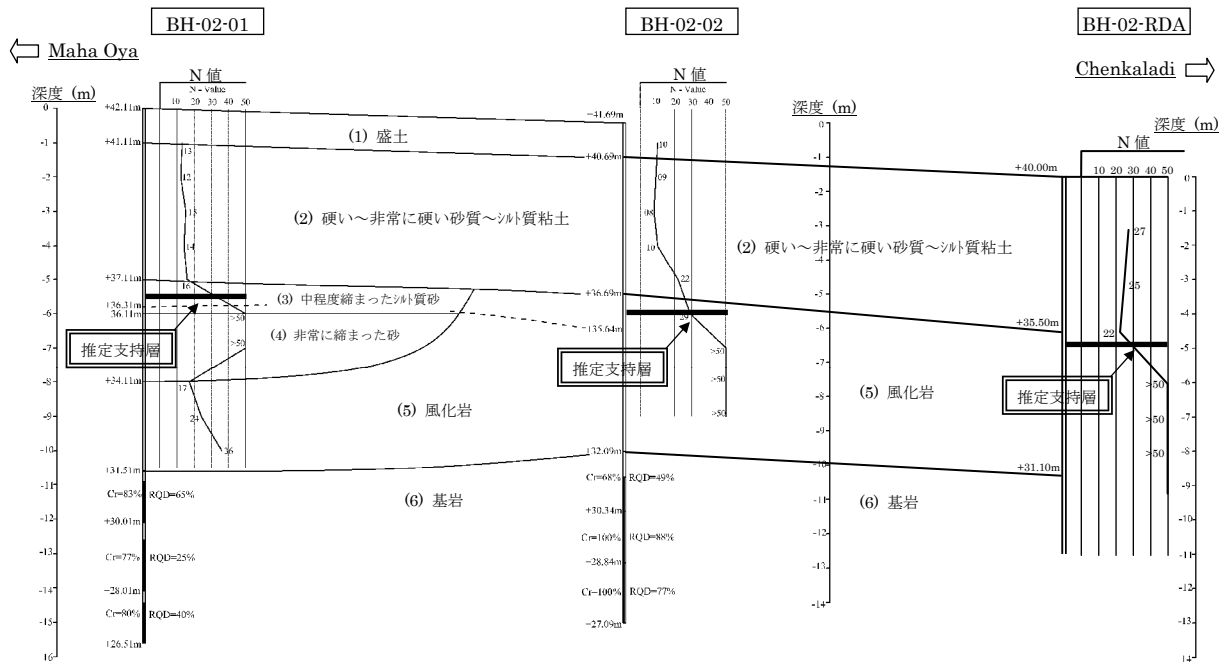


図 2-2-5 橋梁 No.2 推定地質縦断図

c) 橋梁 No.3 (A5 号線 247/2)

同橋梁では新橋左岸の 1 箇所で地質調査を実施した。また 2008 年に RDA が独自で実施した既設橋梁 247/2 周りの地質調査結果も用いて、同橋梁の支持層を推定する。この調査結果を基に作成した推定地質縦断図を図 2-2-6 に示す。支持層は深度 5-8m の風化岩層にあると推定される。

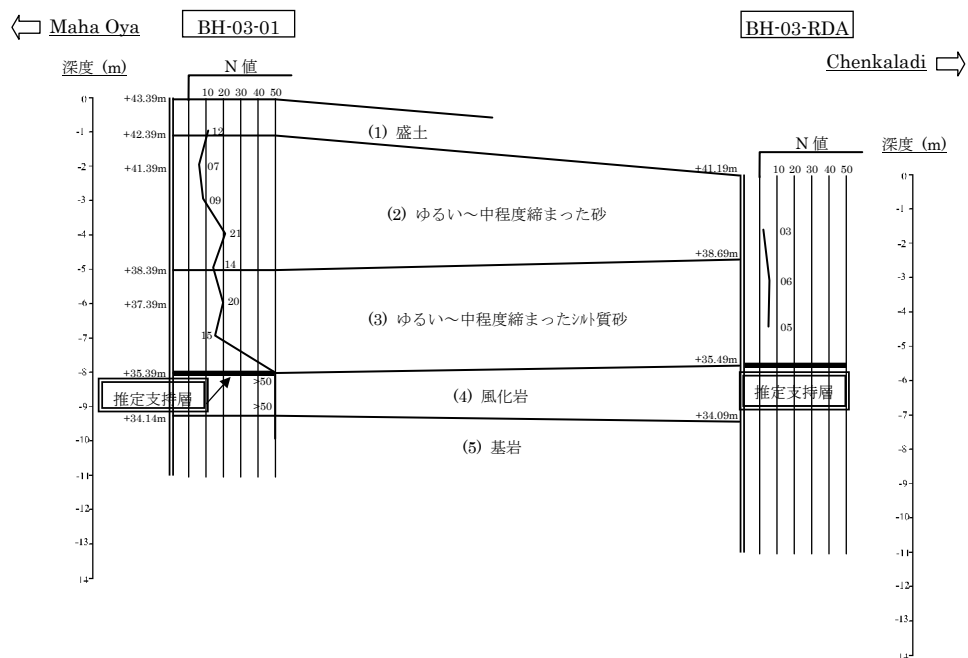


図 2-2-6 橋梁 No.3 推定地質縦断図

d) 橋梁 No.4 (A5 号線 283/7)

同橋梁では新橋の左岸と右岸に各 1 箇所の計 2 箇所地質調査を実施した。この調査結果を基に作成した推定地質縦断図を図 2-2-7 に示す。支持層は深度約 9m の風化岩層にあると推定される。

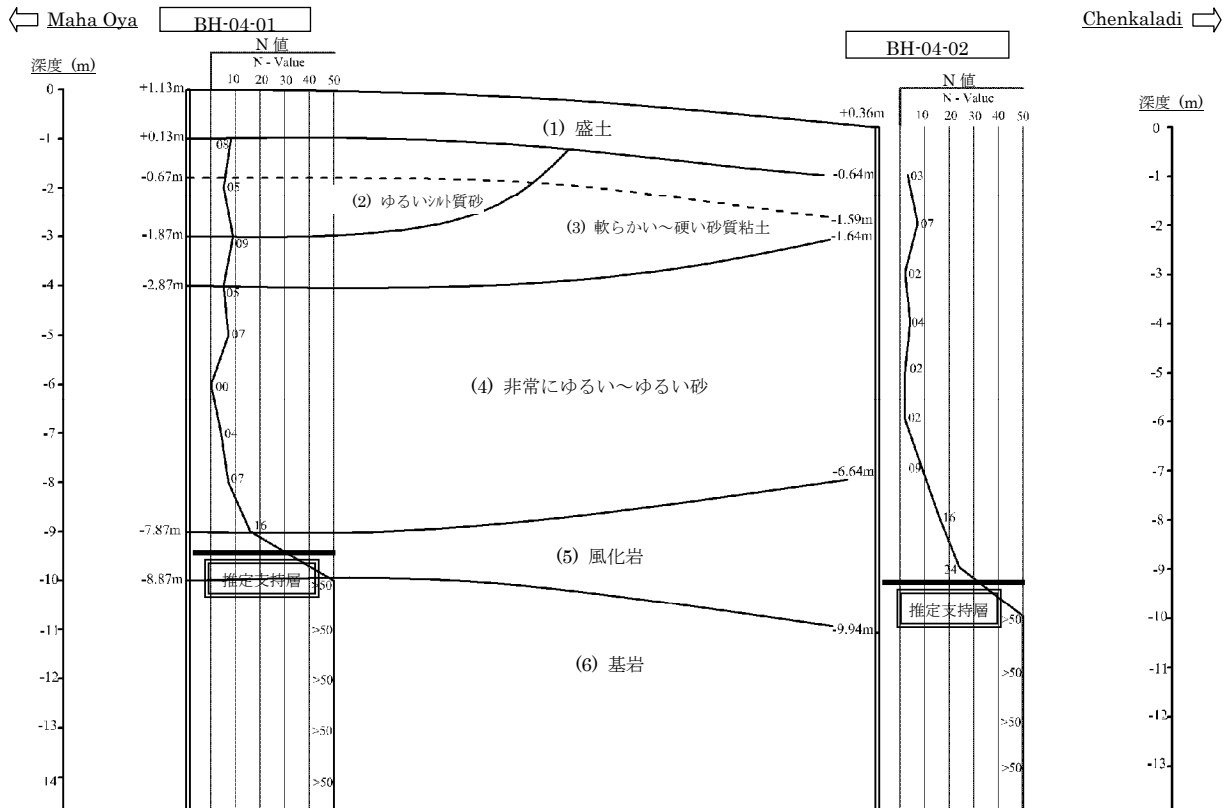


図 2-2-7 橋梁 No.4 推定地質縦断図

e) 橋梁 No.5 (A15 号線 59/1)

同橋梁では 2004～2005 年にかけて実施した「東部幹線道路復旧・復興支援プロジェクト」により、新橋建設のための地質調査 (4 箇所) が実施済みであったことから、この成果を用いて支持層を推定する。この調査結果を基に作成した推定地質縦断図を図 2-2-8 に示す。支持層は深度 5～8m の風化岩層にあると推定される。

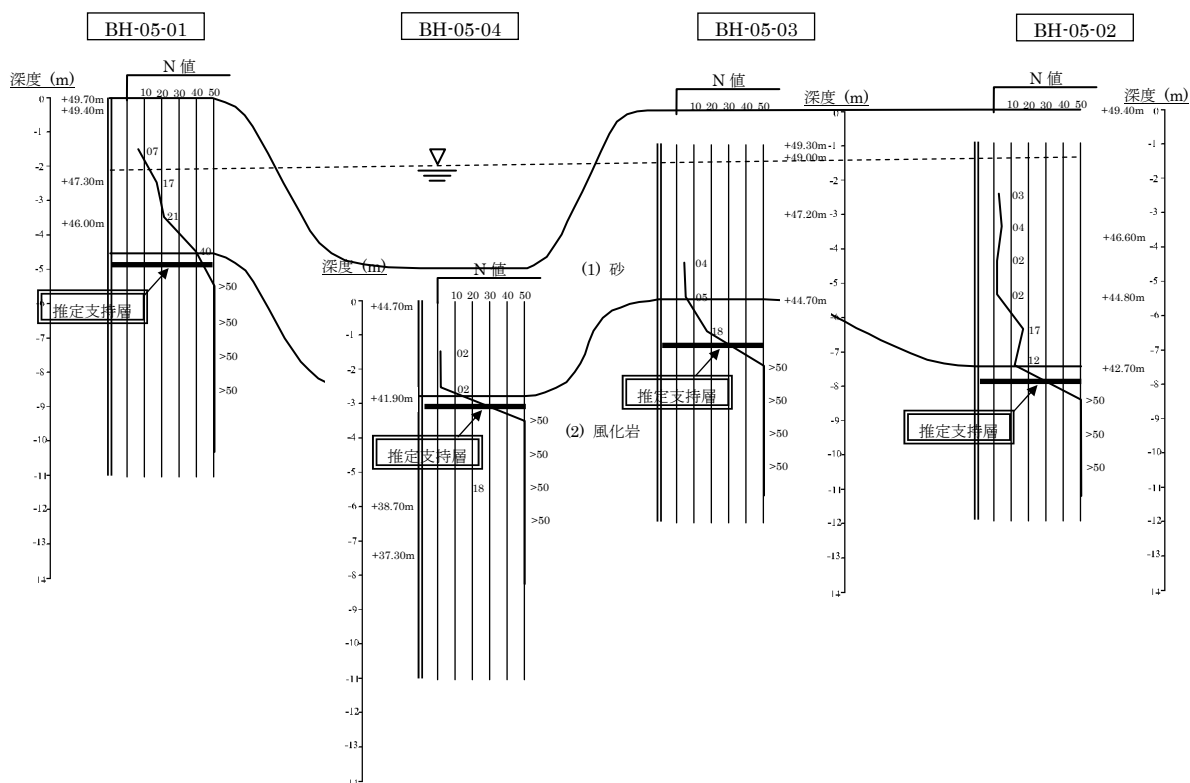


図 2-2-8 橋梁 No.5 推定地質縦断面図

4) 材料特性

a) 採石場

本調査対象橋梁（A5 号線：橋梁 No.1 ～ No.4、A15 号線：橋梁 No.5）は東部州内に点在し、また A5 号線上の 4 橋についても District 境界の軍のチェックポイントを挟んだ位置関係（橋梁 No.1 - No.3：アンパラ側、橋梁 No.4：バチカロア側）にあることから、材料輸送時の混乱やロス時間を回避することを目的として、表 2-2-2 に示す採石場候補地を選定した。各採石場の位置は図 3-2-11 に示す。橋梁 No.1 ～ No.3 用の採石場としては橋梁から約 5km 以内のマハオヤ川に RDA 所有の採石場が存在するものの、現在は軍の管制下にあるため本プロジェクトへの活用は非常に困難であると考えられる。そのため、約 60km の輸送距離があるものの、現在稼働中のマヒヤンガナ付近の採石場を選定した。

表 2-2-2 に示す砕石場の品質試験結果は、マヒヤンガナの既設採石場のデータについては RDA アンパラ事務所に提出・保管されている。他の 2 箇所については、ADB 資金による道路改修プロジェクトに用いるために建設業者が新規開発したものであるが、現在まで品質試験結果は RDA に提出されていない。そのため、今後、状況をフォローしていく必要がある。Mahiyangana 採石場の試験結果を表 2-2-4 に示す。同表によると、RDA 基準と照合した結果ロサンゼルスすり

減り試験結果がわずかに基準値をオーバーした以外は基準値内に収まっていることが判明した。マヒヤンガナには複数の採石場が稼動中であるため、今後、他の採石場からもサンプリング・品質試験を実施し、本プロジェクトに活用することが望ましいと考えられる。

表 2-2-2 採石場候補地

路線	橋梁	候補地	運営形態	輸送距離	試験結果の有無
A5	No.1 – No.3	マヒヤンガナ	既設 (民営)	約 60km	有
	No.4	カラディヤナル	新設 (ADB)	約 10km	無
A15	No.5	ベルガル	新設 (ADB)	約 20km	無

表 2-2-3 Mahiyangana 採石場試験結果

試験項目	試験結果 (1)	試験結果 (2)	RDA 基準
Aggregate Impact Value (AIV)	26%	27%	コンクリート用骨材: 45%以下 上層路盤・表層: 30%以下
扁平率 (FI)	20%	24%	コンクリート用骨材: 35%以下 上層路盤: 35%以下 表層: 25%以下
ロサンゼルスすり減り試験 (LAAV)	41%	41%	表層: 40%以下

b) 土取場

橋梁 No.1 – 3 建設に用いる盛土材の調達のための土取場候補地を架橋位置から南西約 25km に位置するパディヤタラワ (民間業者) に選定する (位置図は図 3-2-11 参照)。同土取場の土質は砂質土であると推定されるが、品質試験結果は入手できていないために、今後フォローして確認をすることが必要である。

No.5 橋梁/コーズウェイ建設に用いる盛土材の調達のための土取場候補地を架橋位置から南東約 25km に位置するコラレパツ (RDA 直営) に選定する (位置図は図 3-2-11 参照)。同土取場の土質はシルト質砂であり、品質試験結果を表 2-2-4 に示す。同表によると、RDA 基準と照合した結果修正 CBR 試験結果が基準値にわずかに足りない以外は基準値を満たしていることが判明した。

表 2-2-4 Koralepattu 土取場試験結果

試験項目	試験結果	RDA 基準
液性限界 (LL)	34.8%	40%以下
塑性指数 (PI)	9.6%	15%以下
最大乾燥密度 (MDD)	1.93g/cm ³	1.65g/cm ³ 以上
修正 CBR	14.9%	15%以上

2-2-3 環境社会配慮

(1) 東部州地域の社会環境特性

1) 東部州地域の民族構成

「ス」国は、全国的にみると、人口の 73%がシンハラ人、18%がタミル人、8%がムーア人という他民族国家の構成になっている。各民族の宗教的背景は、シンハラ人は仏教、タミル人はヒンズー教、アラブ人の末裔とされるムーア人はイスラム教である。キリスト（カトリック）教徒も人口の 11%ほど存在する¹。

一方、東部州はアンパラ県、バチカロア県、トリンコマレ県の 3 地区で構成されている。このうち、調査の対象となる橋梁が位置する 2 県、アンパラ県の民族構成はシンハラ人 37.5%、タミル人 18.3%、モスLEM 44.0%、その他 0.2%である。バチカロア県の民族構成ではシンハラ人 0.5%、タミル人 74.5%、モスLEM 25.0%、その他 0.5%である。バチカロア県でのシンハラ人とタミル人との人口比は極端に大きいものがあり、民族間の大きな軋轢となっている。

2) バチカロア県及びアンパラ県の DS 地区（Divisional Secretariat：行政区）での民族構成

対象 5 橋の配置はバチカロア県に橋梁 No.4、No.5 の 2 橋が存在し、アンパラ県には橋梁 No.1、No.2 及び No.3 が存在する。

橋梁 No.1、No.2 及び No.3 はマハオヤ DS 地区に位置し、住民人口 17,801 人の内、99.7%がシンハラ人で構成されており他民族（タミル、モスLEM、バーガー（欧州混血）、シンハラ、その他）は極めて少数の居住者しかない。（参考：2007 年アンパラ県-Preliminary Report）一方、橋梁 No.4 は、バチカロア県のエバブルパットウ（Eravurpattu）DS 地区に位置し、住民人口 78,365 人のうち、97.0%がタミルで構成されており他民族（モスLEM、バーガー（欧州混血）、シンハラ、他）は極めて少数の居住者しかない。信奉宗教はヒンズー教 86.7%、イスラム教 2.8%、ローマカトリック教 5.4%で、仏教は 0.01%と極めて希である。

橋梁 No.5 はバチカロア地区のコラライパツウ北（Koralaipattu North）DS 地区に位置し住民人口 22,250 人のうち、96.32%がタミルで構成されており他民族（モスLEM、バーガー（欧州混血）、シンハラ、他）は極めて少数の居住者しかない。信奉宗教は、ヒンズー教 91.96%、イスラム教 3.33%、ローマカトリック教 4.25%で、仏教は 0.09%と極めて希である。

¹ 以下、本項での民族、宗教の構成比率は、「ス」国調査統計局資料（2007 年推計値）及び各県計画局の「Statistical Handbook 2006-2007」による。

3) 雇用機会の民族間バランス

a) 多民族国家の現状と歴史的背景

「ス」国は多民族国家であるが、過去には、シンハラ文化の王朝が存在する。「ス」国中部（アヌラダプラ：Anuradhapura）では、紀元前5世紀に建国されたシンハラ王朝は、仏教文化であった。紀元前から定住していたタミル人に加え、英国植民地時代には、紅茶のプランテーションのためインド南部から多くのタミル人が移住してきた。そのため、タミル人の人口は増え、一方、英国支配下でシンハラ人は土地を奪われ、急激な対タミル人との人口比の変化を受けた歴史的経緯がある。シンハラ人のタミル人に対する不満は、「ス」国独立後には「シンハラ・ナショナリズム」という政治的活動に向かったとされる。シンハラ人で構成されるセイロン政府はシンハラ人優遇政策を進めた。政府はインド・タミル人には当初、セイロン国籍を与えない方針を採り、1972年には「仏教国家」としての新憲法を制定し、シンハラ語のみを公用語と定めた。

b) 民族紛争の経緯

「ス」国政府のシンハラ優遇政策、数々の反タミル暴動を受け、タミル人の中からシンハラ人との共存の希望を捨て、タミル人のための建国を目指す分離独立運動が起こった。タミル人の間に発生したこの運動はシンハラ・ナショナリズムが誘発した負の所産であるとも云われている。この運動の中で、政府軍と対峙するまで勢力を伸ばしたのが、北東部のスリランカ・タミルを中心に結成された「タミル・イーラム解放の虎」（LTTE）であると云われている。LTTEのものとされる攻撃は、政府軍に対するものやシンハラ人の市民を対象にし、民族感情を煽るものが少なくないとされている。そのため、政府軍による攻撃、LTTEの自爆テロ、政府軍によるLTTEの拠点への報復攻撃が繰り返された。近年の紛争は、民族間の対立感情に根ざしたものと、民族主義を主張する反政府武装組織であるLTTEと「ス」国政府の対立、という二つの側面を持つ。したがって、LTTEの行動が必ずしもタミル人の総意を表してはいないと考えられている²。

c) 対象5 橋梁建設に係わる雇用機会の民族間バランス

橋梁No.1からNo.3は東部州アンパラ県に位置する。この県の民族構成はシンハラ人37.5%、タミル人18.3%、モスLEM44.0%、その他0.2%であり、シンハラ人はタミル人の2倍程度で、モスLEMの人口が最も大きくなっている。一方、橋梁No.4、No.5はバチカロア県に位置する。この県の民族構成はシンハラ人0.5%、タミル人74.5%、モスLEM25.0%、その他0.5%であり、タミル人の比率が最も大きく、とくにシンハラ人の比率が際立って小さいこ

² 「Review of Asian and Pacific Studies No.32.The issue of internally displaced persons in Sri Lanka」による。

とがわかる。バチカロアにおける地元建設業者からのヒアリングでは、タミル地域でのシンハラ人の技術者や労働者の従事は、地元住民との軋轢が大きく工事運営上に危険を伴う問題が大きい、と云うことであり、シンハラ人であると云うことで LTTE から標的とされる恐れがあるとされている。またアンパラ地区ではタミル人の就労は地元のシンハラ人から民族的な詮索や嫌がらせが発生し、就労者の安全確保に問題となると説明があった。この民族間の軋轢は、建設業者の出自が特に大きな問題としている。したがって、バチカロア県では特にタミル人で構成する労務管理を優先する必要がある。

(2) 対象橋梁周辺の土地利用と環境特性

橋梁 No.1、No.2 及び No.3 はマハ・オヤ DS 地区に位置する。国道 5 号線沿線の土地利用は、散在した水田、畑地の耕作地、放牧を中心とする草地、チーク材の植林地で構成されている。

図 2-2-9～2-2-13 に橋梁 No.1、No.2、No.3 の環境特性をイラストで示す。

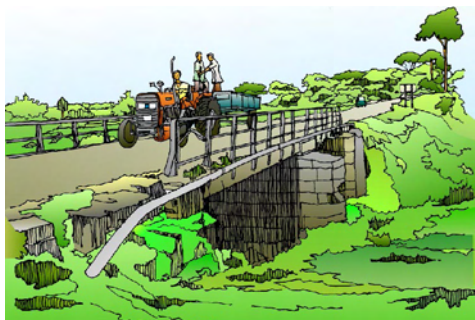


図2-2-9 橋梁 No.1



図2-2-10 橋梁 No.2 (241/2)



図2-2-11 橋梁 No.2 (241/3)



図2-2-12 橋梁 No.2 (241/4)



図2-2-13 橋梁 No.3

国道 5 号線は比較的平坦地に配置されるが、水系と横断する部分は雨期の冠水域となり低湿地を構成する。乾期にはこの低湿地は禾本科の植物が繁茂する。なだらかな丘陵地部では比較的最近に施工された年数の若い植林が見られる。自然植生の代表的樹木としてマメ科の樹木が点在する。国道 5 号線の沿道にはレインツリー（*Samanea Saman*）の樹冠の大きい巨木が各所に存在する。

- 1) 橋梁 No.4 はエバブルパットウ（Eravurpattu）DS 地区に位置し、国道 5 号線沿線の土地利用は、散在した水田、畑地の耕作地、放牧を中心とする草地又は放棄地が多い。国道 5 号線は比較的平坦地に配置されているが、水系と横断する部分は雨期の冠水域となり低湿地を構成する。乾期にも低湿地は禾本科の植物が繁茂し、残された水溜まりには水棲植物が繁茂する。ヤシ科のワシントニアが沿道に植栽されている。自然植生の代表的灌木としてアカシヤ科が多い。橋梁 No.4 の環境特性を、図 2-2-14 にイラストで示す。

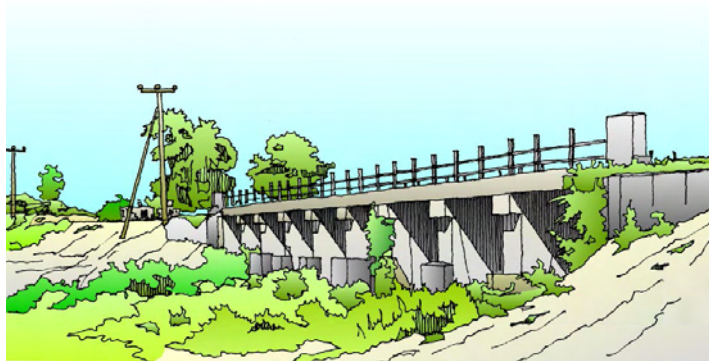


図 2-2-14 橋梁 No.4

- 2) 橋梁 No.5 は、コラライパツウ北（Koralai pattu North）DS 地区に位置する。国道 15 号線沿線の土地利用は、草地又は利用の困難な放棄地が多く、耕作地は少ない。散在するココヤシの分布がある。国道 15 号線は平坦地に配置されているが、橋梁とコーズウェイがラグーンを横断する。ラグーンの沿岸部にはマングローブの生態系が発達しており、特にコーズウェイの北部に偏在する。津波被害の影響で、ラグーン周辺の低湿地部のマングローブの植生に、枯死や人為的な伐採によるダメージが見られる。汀線部のマングローブは、良好な生育状態となっている。
- 3) ラグーン北東部の外洋接続部の砂州が、津波の影響で閉塞状態となり、津波以前の海水の流入に大きな障害が生じ、ラグーン内の塩分濃度が低下しマングローブの生育に影響を与えていると考えられる。同時にマングローブ生態系に生息するエビ、カニ類等の生育繁殖に影響し、現地でのヒアリングによると、年々漁獲量は減少している。

図 2-2-15、2-2-16 は、橋梁 No.5 及びコーズウェイ周辺の環境特性を示すイラストである。

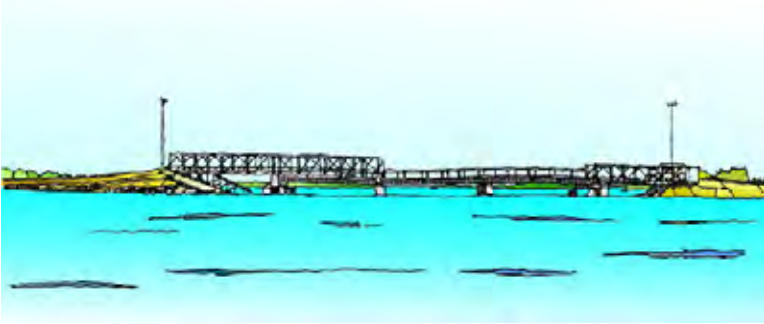


図2-2-15 橋梁No.5 の遠景



図2-2-16 橋梁No.5のコースウェイと岸に係留される漁業ボート

図 2-2-17 及び図 2-2-18 に、ラグーン周辺の土地利用及び植生分布を示す。

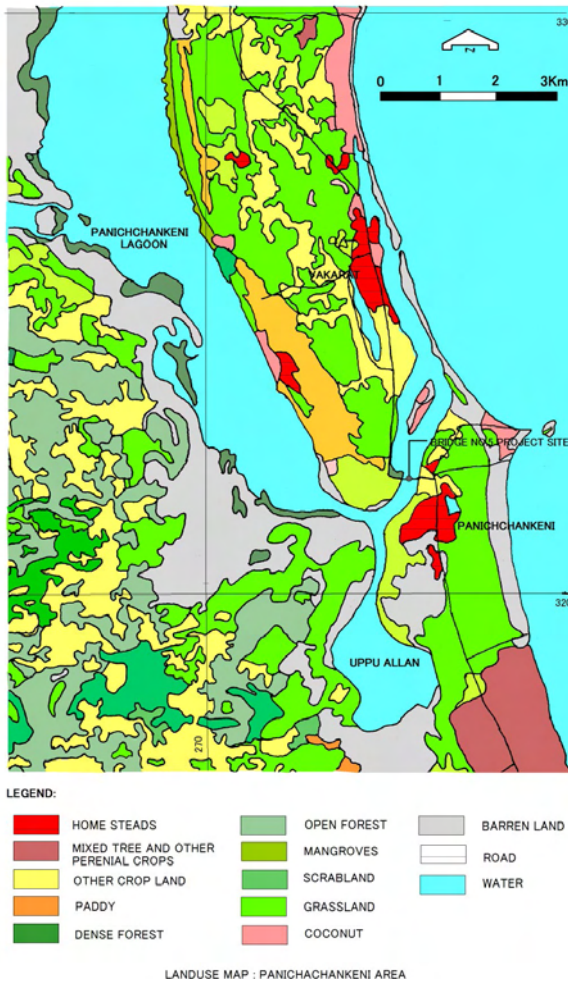


図 2-2-17 パニチャンケニラグーン周辺の土地利用と植生分布

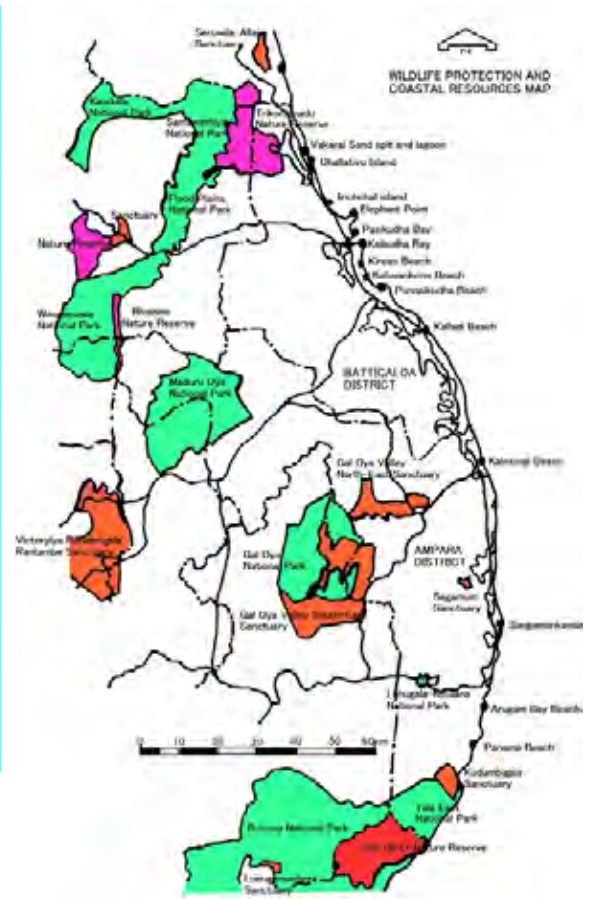


図 2-2-18 自然生態系の保全地区

(3) ラグーン環境についての配慮事項

1) 橋梁 No. 5 及びコースウェイ改修工事に伴う生態系の変化を把握する必要性とモニタリング調査の実施結果

a) 現状の生態系の把握の必要性

ラグーンの現況生態系の特徴は、水際線（汀線）部分の自然植生の形態であり、ラグーン（汽水）植生のマングローブの分布特定を行う必要がある。図 2-2-17 は、パニチャンケニ・ラグーン周辺の土地利用と植生分布である。マングローブ群落（主たるマングローブは *Rhizophora* sp., *Avicennia* sp., である）は、ラグーンの北部（North Lagoon、2ヶ所の規模の大きなラグーンが位置する）に大きく分布している。橋梁 No.5 の周辺では、マングローブの群落は、コースウェイの西部に存在している。北部ラグーンは生態系の保全区域の指定（Trikonamadu Nature Reserve）があり、自然環境上、重要な区域である。図 2-2-18 は自然生態系の保全地区を示す。

ラグーン内の水系は、外洋からの干満の潮位の影響を受け、潮流によるラグーン内流動を起こしている。橋梁 No.5 及びコースウェイ部は、外洋から流入流出する潮流の通過隘路となっており、北部ラグーン水域への影響を考える必要がある。

ラグーン内は、汽水域の水系としてマングローブの群落と相関し、特にエビ類（Prawn）、カニ類や魚類等の繁殖、生息域としての重要であり、地域住民の漁業に深い関係がある。

b) 生態系の現状

ラグーンは外洋からの干満の潮位の影響を受け、北東部の砂州の開口部よりラグーン内に海水の流入、流出が起こる。この海水の流入、流出は内部の広大なラグーンに影響し、コースウェイ部は潮流の隘路となり、干満時に潮流が大きく発生する。最大流速は 2m/sec 程度である（調査時点では満潮時に近く 0.5m/sec 程度と観察された）。

北部ラグーンは潮位、潮流の影響は受けるが、流速が小さく、穏やかである。また、雨期にラグーンに流入する水系域が大きく、地表流水の流入による水量と流下する栄養分の含んだ泥質土の堆積によりマングローブの生育に良好な環境条件を形成している。図 2-2-19 はパニチャンケニ・ラグーンの流域区分を示す。図 2-2-20 は農業・生態系の分布図を示す。



図 2-2-21 No.5 橋梁及びコーズウェイ部の周辺環境地図



図 2-2-22 及び 2-2-23 道路両側の伐採されたマングローブ生育地

橋梁 No.5 及びコーズウェイ部周辺の水域は、北西岸の陸地部からの水深は浅く、満潮時近くでも 50cm~1m 程度で、水底が観察できる。水底はシルトで、水性植物は観察できなかった。コーズウェイ西岸の北部には海風により吹き寄せられる落ち葉、枯れ枝、及び緑藻類が水面上に堆積している。橋梁部及び橋梁に続くコーズウェイ東部のパイプカルバートの流速は早く、流心は橋梁中央部より東部に偏在している。流心部周辺の水深は 2.5m~3.5m あり、潮流の通過部となっている。

魚類は 10cm~15cm 程度の小魚が、橋脚周辺部で観察された。陸地に近い浅瀬の汀線部で

はシラサギやウ（ウミウ）が小魚を捕っているのが観察され、周辺漁民が投網漁を行っている。漁果は小魚で、大きいものは捕れていない。コースウェイの西部の両岸にはエビ、カニの定置トラップが設置され、他の地点には見られないことから、北部ラグーンからこの地点にエビ、カニ類が移動してくる習性を、漁民が利用しているものと判断される。図 2-2-24 は定置トラップの分布状況、図 2-2-25 は地元漁民の投網活動を示す。



図 2-2-24 定置トラップの分布状況



図 2-2-25 地元漁民の投網活動

陸上の植物は、アカシヤ類 (*Acacia* sp.)、マメ科のタマリンド (*Tamarindo* sp.) やニーム、テルミナリア (*Terminaria catapa*)、ヤシ類 (*Cocos nucifera*, *washingtonia* sp.) が目立った高木であり、乾燥地に強い灌木類が多いが、疎林状態である。陸上動物は家畜 (牛) を除き殆ど見られない。水際部で小型の爬虫類のヘビが観察された。

2) コーズウェイ及び橋梁の工事によるラグーン内漁業の環境影響考慮

- a) コーズウェイの開口部の拡幅は、現在の閉塞された開口部の潮流の流況がラグーンが建設された以前の状況に近づくもので、ラグーン全体の生態系は昔の状態に近づき回復するものであると考慮される。
- b) 2004 年の津波によりラグーンの外洋からの海水流入部の砂州が堆積し大きくなり、津波以前と比較し、海水の流入阻害が起こっており、ラグーン内の塩分濃度が低下している。このためラグーン内の漁獲が年々減少している。(調査時点でのヒアリングによる)
- c) 砂州の海水流入部を拡大し海水の流入を回復することは、現在、海岸管理庁の検討事項となっている。地域住民 (漁民) は海水の流入回復を希望している。(調査時点でのヒアリングによる)
- d) 現在設置されているエビ、カニ漁の定置トラップは、岸より既存コースウェイのカルバート配置部の岸側 (4 分の 1 程度、岸より 20m~40m 程度) までの範囲で、岸に平行し敷設分布している。流況速度の速い部分 (カルバート部を含む) までは分布していない。
- e) 計画橋長 133m は、現状 (橋長 37m) の最大流速約 2m/sec. を大きく低減緩和する。また、コースウェイ修復整備による両岸からのコースウェイ長は、それぞれ約 75m~85m 程度と

なる（兩岸の離隔は約 300m）。したがって、現況のエビ、カニ漁の定置トラップの分布は、岸からコースウェイ端部までの範囲内にあると考えられる。このコースウェイの長さにより（この部分にはカルバートは設置されない）流速の影響がさらに小さくなり、定置トラップの設置範囲が広がる可能性もある。但しこの効果を確認するためには、完成後のモニタリングが必要である。

- f) 工事による水質汚濁は発生するが、シルトフェンス等の緩和策で対応できる。本来、ラグーン域は、降雨期の陸地側からの流入するシルト分により生態系が成立し、マングローブが発達している。マングローブの発達は、エビ、カニ等の魚類の生態系にはプラスに働く。
 - g) 工事による影響で問題となるのは、建設機械の燃料、廃油、ルブリケーション油類、その他化学物質等の流出による影響である。これらは十分な工事管理下であれば影響を最小限に防げるものと考えられる。
- 3) ラグーン内の漁獲量の減少が、本計画に基づく工事の影響によるものではないことを証明するための、ベースラインデータ蓄積の必要性和具体的な方法

橋梁架け替え工事による環境影響緩和対策（Environmental Mitigation Measures）策定に基づき、環境管理計画（Environmental Management Plan : EMP）及び環境モニタリング計画（Environmental Monitoring Plan）を策定し、現状の環境を保全、改善する事を提案する。以下、ラグーン内の漁獲量に係わる概要である。

a) 対象とするデータの収集内容

- i) 比較基準となる漁獲量の把握として、コースウェイ周辺の漁民対象の津波被害以前における経年漁獲量（主としてエビ、かに類）数量又は売上額による聞き取り把握。
- ii) 津波被害以降の工事開始までの経年漁獲量の把握（数量又は売上額による聞き取り）
- iii) ラグーン内、及び外洋での漁獲量の比率（コースウェイ周辺漁民対象）、漁業対象区域の変化
- iv) 工事期間中のエビ、カニ漁の定置トラップの設置数量と設置位置の変化
- v) 工事期間中の漁獲量（乾期、雨期）の把握
- vi) 水質モニタリング：準備調査で行った水質検査結果をベースラインとして、気温、水温、塩分濃度（電気伝導率）、透視度（SS）、DO、BOD、COD、油類の水質検査する。測定地点は架橋地点の両端部とする。

b) データ収集内容、時期と責任担当

- 工事開始前設計期間に前項、i)～iii) を行う。コンサルタント及び RDA が担当する。
- 工事期間中は、乾期及び雨期の期末の年 2 回の調査（前項 iv) v)）を行う。コンサルタント、RDA/ESD（Environment and Social Division：環境社会部）が担当する。
- 水質のデータ収集（モニタリング）：前項 vi) のパラメーターについて、コーズウェイ造成（盛土等）、橋台、橋脚の工事期間中の水質測定検査（2～3 ヶ月毎程度）をコントラクター担当し、コンサルタント及び RDA が監理する。
- 乾期、雨期の期間中のデータ収集（モニタリング）をコントラクターが担当し、コンサルタント、RDA/ESD が監理する。

(4) 対象橋梁周辺の水質調査

1) 調査方法

橋梁架替え計画地点 5 ヶ所の架橋部に近接する水系（河川、湛水部、ラグーン）を対象とし、2009 年 3 月 12 日より 3 月 14 日の 3 日間で水質調査を行った。分析器のセンサーを直接水中に浸漬するか、又はバケツにて汲上げた検水に浸漬し、デジタル数値を読み取り確認した。分析器で行う水質検査項目は、水温、溶存酸素量（DO）、pH、電気伝導率（NaCl、塩分濃度）、濁度の各項目である。他の機器、試薬等の検査で行うものは、気温、水温、化学的酸素要求量（COD）、溶存酸素量（DO）生物化学的酸素要求量（BOD）、大腸菌群数、水の透視度（浮遊物質）の項目とした。

2) 使用機器及び試薬、及び水質分析器仕様

使用機器及び試薬、及び水質分析器仕様の詳細は資料 7-6 に示す。

3) 水質調査結果の概要

5 橋周辺の測定箇所数は、全体で 7 ヶ所（橋梁 No.2 周辺の井戸水、橋梁 No.5 地点の 2 ヶ所を含む）で行った。調査時点の気温は 28℃～31℃、水温は 27℃～29℃の範囲であり、調査時点の 2～3 日前に周辺で降雨があり、この影響が水の通視度、浮遊物質、濁度に多少影響を及ぼしている。全体水質概要は以下の通りであった。

pH	: 6.6～7.4（橋梁 No.2 周辺の井戸は 5.2 でやや酸性）
電気伝導率（NaCl）	: 7.6～37.0 S/m（橋梁 No.5 では 990 S/m）
塩分濃度	: 0.004～0.018%、ほぼ真水と考えて良い。（橋梁 No.5 では 0.49%で比較的低塩分の汽水である）
濁度	: 1～16NTU（mg/l）

溶存酸素濃度 (DO)	: 3.5~6.2 mg/l
溶存酸素要求量 (BOD)	: 1~4.7 mg/l 水温が高いことにより比較的低い数値である。
科学的酸素要求量 (COD)	: 1~8mg/l
透視度	: 35~60cm 以上
浮遊物質 (SS)	: 12.5mg/l 以下
油類	: 無。(可視判定による)
大腸菌群数	: 5~51 n/ml 周辺部は家畜(牛)の放牧が多く、排泄物が水系近くに散乱していることから、数値は比較的高い。

調査地点周辺は集落も無く、水系の流域は汚染される状況ではない。家畜の放牧により、大腸菌群数が多い。

各調査地点での調査結果の詳細は、資料 7-5 に示す。

(5) 初期環境調査 (IEE) のレビュー

初期環境調査 (IEE) は、本プロジェクトの対象となった東部州 2 県の 5 橋梁サイトについて、実施機関である RDA/ESD (環境社会部) が 2008 年に行い、2008 年 10 月に IEE 報告書として取りまとめられた。

- 1) RDA/ESD による IEE の調査項目は、プロジェクトの概要として各橋梁の位置、橋長規模、水系等の記述、各橋梁位置周辺の土地利用、気象・水文・地理・地勢・土壌・大気・騒音及び生態的資源概要及び社会・文化資源、教育・健康衛生施設に関する立地環境の記述が示されている。社会環境 (12 項目)、自然環境 (9 項目)、公害 (9 項目) で、各調査項目についての評価結果 (Rating)、負荷の記述 (Description of Impact)、及び対応緩和策 (Mitigation Measures) が示されている。評価は 3 段階で、A: 顕著な負の影響があるもの、B: 負の影響の可能性のあるものの、A よりも影響が小さいもの、C: 負の環境影響が小さいか又は最少であるもの、としている。
- 2) 要請 5 橋梁の社会環境については、12 項目中、評価 A の該当項目は無い。評価 B は 12 項目で、負の影響が考えられるとしている。これは、農地等の一時的な用地借用が必要であったり、漁業による生計を立てる住民が橋梁建設時に影響を受ける可能性を評価したものである。この評価は多少の負の影響が考えられと判断されたものを、全て評価 B としている。
- 3) 自然環境についての 9 項目では、評価 A の該当項目は建設段階、供用開始後での動植物・生態系とし、評価 B の該当項目は 4 項目 (地理・地形、土壌浸食、地下水、景観、いずれ

も建設段階)、及び評価 C の該当項目は 2 項目 (水文、海岸地域)、また評価無し 1 項目 (気象) としている。

- 4) 公害についての 9 項目のうち、評価 A は 2 項目で、供用開始後の大気汚染、交通事故を対象としている。評価 B は 4 項目 (水質、土壌汚染、廃棄物、水底堆積物で、建設段階と供用開始後としている)、評価無しは地盤沈下、臭気としている。

(6) 環境に対する予想インパクトのスクリーニング

対象 5 橋の建替え工事に対する環境影響評価を、工事前、工事中、供用開始後の各段階に付いて初期環境調査 (IEE) のスコーピング・マトリックスを作成した。スコーピング・マトリックスを資料 7-1 に示す。

(7) 環境管理とモニタリング計画

1) 環境管理計画の目的

環境管理計画 (EMP) は、IEE の核心内容を代表するもので、JICA 事前調査及び RDA による IEE で示された環境影響内容に対する保全策や緩和策の焦点となるものである。EMP はプロジェクトに伴う負の環境影響を各段階で適切に方向付ける目的を持ち、最適な技術的、経済的な観点から負の影響を回避するか、許容できる程度にまで緩和するものでなければならない。私的、公共の資産に対しては、環境資源の損失や損害について、可能な範囲で一種の補償を考慮する必要がある。また、現地の調査に基づき、特に環境的に影響を受け易い地域や生育地の保全に注意を払い、環境の改善強化を目指すものとする必要がある。

2) 環境管理計画の目標

- a) 予測影響に対する管理に必要な緩和策提案の概要
- b) 環境モニタリング方法の推進と緩和策の効果的な実施に関連する観測内容の設定
- c) EMP 実施と対象地に対する事業主体の役割と責任

本プロジェクトの EMP を、資料 7-3 に示す。また、環境モニタリング計画を、資料 7-4 に示す。

3) 環境緩和対策

EMP は、提案する環境緩和対策の実施に対するフレームワークを示すものであり、建設行為に起因するリスクや被害影響を回避し、適切な緩和策を以て現状の環境の質的内容を維持する目的がある。提案される緩和策の大部分は工事施工業者により実施されるものである。環境緩和策を、資料 7-2 に示す。

4) 役割と責任

RDA は、プロジェクト事業主体として EMP 実施の責任があり、事業実施期間中の全般的な環境に係わる行為に対し責任を有する。業務の主体である RDA/ESD の下で、環境専門家（Environmental Specialist : ES）は事業の実施期間中、環境問題を技術的に処理する。ES は制定された法律に従い、事業の環境管理に対する主体的責任を有する。また、ES は、EMP に提示される内容をコントラクターへ要求指示できるよう意識し、全体的な範囲にわたり実施し、指示する必要がある。さらに、ES は、環境に係わる問題について、コントラクターの実行行為をモニタリングする。

コントラクターは、提示された全ての EMP、及び RDA/ESD により要求される如何なる環境及び他の実施規定についても実行する責任がある。全てのコントラクター行為は、工事監理のコンサルタントにより、RDA に報告される。