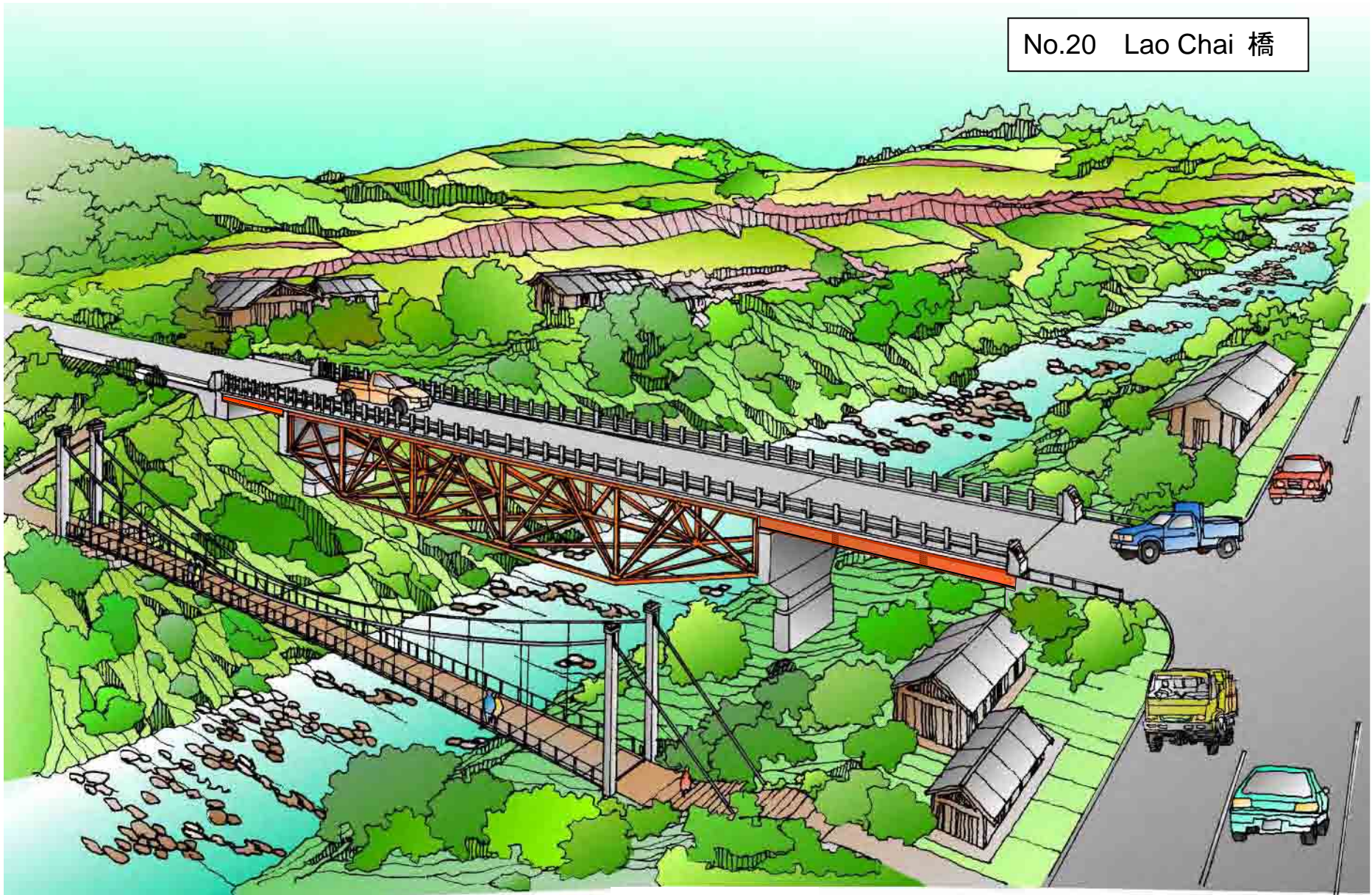


No.20 Lao Chai 橋











完成予想図

写真一対象サイトの現状(1)

<p>既存橋梁：吊橋－歩行者・バイクのみ通行可</p>  <p>No.2 Ban Sai 橋 Son La 省</p>	<p>既存橋梁：吊床板橋－車両 10t 以下通行可</p>  <p>No.8 Pa Bat 橋 Dien Bien 省</p>
<p>既存橋梁：竹橋－歩行者・バイクのみ通行可</p>  <p>No.28 Den San 橋 Lao Cai 省</p>	<p>既存橋梁：木橋－歩行者・バイクのみ通行可</p>  <p>No.30 Ban Nghien 橋 Tuyen Quang 省</p>
<p>既存橋梁なし：戦争で破壊された橋梁</p>  <p>No.50 Ban Sac 橋 Cao Bang 省</p>	<p>既存橋梁なし：洪水で流失した橋梁</p>  <p>No.33 Sung 橋 Tuyen Quang 省</p>
<p>既存橋梁なし：筏と簡易栈橋による渡河</p>  <p>No.18 Ngoi Thap 橋 Yen Bai 省</p>	<p>既存橋梁なし：河床道路の直接渡河</p>  <p>No.14 Nam Phuc 橋 Lai Chau 省</p>

写真一対象サイトの現状 (2)

<p>乾期：ギャビオン製河床道路 既存橋なし</p>  <p>No.12 San Thang 橋 Lai Chau 省</p>	<p>雨期：増水時は歩行者・車両とも通行できない</p>  <p>No.12 San Thang 橋 Lai Chau 省</p>
<p>乾期：既設橋梁下の車両用河床道路</p>  <p>No.31 Trinh 橋 Tuyen Quang 省</p>	<p>雨期：車両は河床道路を通行できない</p>  <p>No.31 Trinh 橋 Tuyen Quang 省</p>
<p>乾期：河床道路の水位低く車両通行可</p>  <p>No.37 Trinh 橋 Ha Giang 省</p>	<p>雨期：車両は河床道路を通行できない</p>  <p>No.37 Trinh 橋 Ha Giang 省</p>
<p>乾期：コンクリート製河床道路 車両通行可</p>  <p>No.49 Binh Long 橋 Bac Can 省</p>	<p>雨期：車両は河床を通行できない</p>  <p>No.49 Binh Long 橋 Bac Can 省</p>

写真一対象サイトの現状 (3)

<p>トラス橋サイト No. 20 : 河床道路なし</p>  <p>No.20 Lao Chai 橋 Yen Bai 省</p>	<p>トラス橋サイト No. 36 : 河床道路なし</p>  <p>No.36 Na Lan 橋 Ha Giang 省</p>
<p>トラス橋サイト No. 25 : 乾期の状況</p>  <p>No.20 Lao Chai 橋 Yen Bai 省</p>	<p>トラス橋サイト No. 25 : 雨期の状況</p> 
<p>高橋脚のサイト : 橋脚高約 15m</p>  <p>No.38 Suoi Dau 橋 Ha Giang 省</p>	<p>洪水位に影響を与えるダムの建設現場</p>  <p>下流に No.31 Trinh 橋 No.32 Na Nham 橋</p>
<p>乾期に河床道路を通過するトラック</p>  <p>No.46 Don Phong 橋 Bac Can 省</p>	<p>雨期に河床道路を通過する人々</p>  <p>No.30 Ban Nghien 橋付近 Tuyen Quang 省</p>

写真一対象サイトの現状 (4)

<p>改修済み道路 : No. 40 橋の手前</p>  <p>No.40 Lien Hiep 橋 Ha Giang 省</p>	<p>改修中の道路 : No. 40 橋の先</p>  <p>No.40 Lien Hiep 橋 Ha Giang 省</p>
<p>改修中の道路 : No. 7 橋の前後</p>  <p>No.7 Na Phat 橋 Dien Bien 省</p>	<p>改修中の道路 : No. 6 橋手前 拡幅済・未舗装</p>  <p>No.6 Ban Pang 橋 Son La 省</p>
<p>未改修道路 : No. 39 橋手前 未拡幅・未舗装</p>  <p>No.39 Diec 橋 Ha Giang 省</p>	<p>未改修道路 : No. 25 橋手前 法肩崩壊</p>  <p>No.25 Thank Phu 橋 Lao Cai 省</p>
<p>未造成道路 : No. 52 橋の先 現況は歩道</p>  <p>新設橋梁位置</p> <p>要道路造成</p> <p>No.52 Keo Ai 橋 Cao Bang 省</p>	<p>未造成道路 : No. 36 橋の先 大規模切土発生</p>  <p>右岸取付道路 新アラインメント</p> <p>新設橋梁位置</p> <p>No.36 Na Lan 橋 Ha Giang 省</p>

写真一対象サイトの現状 (5)

環境調査：移転予定仮設店舗の確認調査



環境調査：移転予定家屋の確認調査



環境調査：道路盛土による移転対象家屋



環境調査：トラス橋取付部の移転対象家屋



地質調査：水上ボーリングの状況



地質調査結果：支持層が浅く、直接基礎が多い



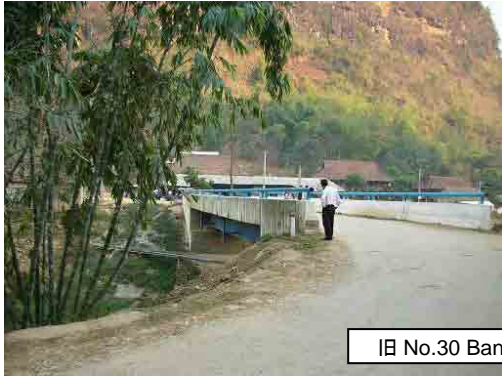



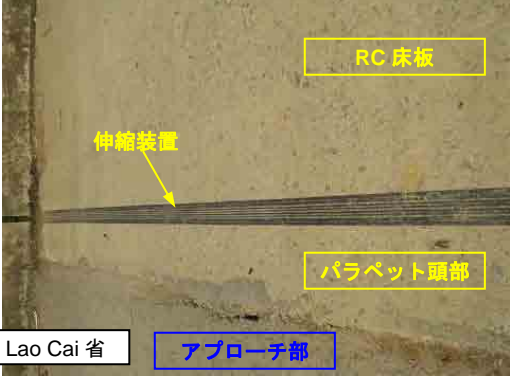

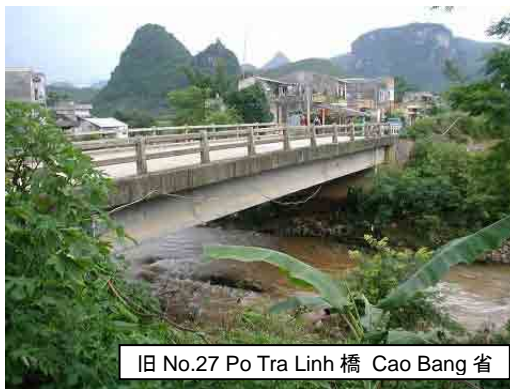
実施能力：ベトナム側単独施工の RC 橋梁



実施能力：トラス橋製作実績のある工場



写真一類似案件の状況 (1995~1998 年実施 北部地方橋梁改修計画)

<p>類似案件：旧北部案件の橋梁 No. 30 資材調達型</p>  <p>旧 No.30 Ban Hinh 橋 Son La 省</p>	<p>類似案件：旧案件 資材調達型の銘板</p> 
<p>類似案件：旧北部案件の橋梁 No. 35 資材調達型</p>  <p>旧 No.35 Ban Vuoc 橋 Lao Cai 省</p>	<p>類似案件：約 10 年経過の鋼桁（塗装）は健全</p> 
<p>類似案件：アプローチ部の沈下 要補修</p>  <p>沈下範囲</p> <p>旧 No.35 Ban Vuoc 橋 Lao Cai 省</p>	<p>類似案件：約 10 年経過の伸縮装置は健全</p>  <p>RC 床板</p> <p>伸縮装置</p> <p>パラペット頭部</p> <p>アプローチ部</p>
<p>類似案件：旧案件 施設建設型の銘板</p>  <p>旧 No.37' Na Sang-2 橋 Dien Bien 省</p>	<p>類似案件：施設建設型の PC 桁橋は健全</p>  <p>旧 No.27 Po Tra Linh 橋 Cao Bang 省</p>

写真一現地の生活状況

少数民族が住む高床式住居の集落



No.2 Ban Sai 橋の先 Son La 省

バイクで町に買出しに来た少数民族の女性



No.10 Ban Bung 橋の手前 Dien Bien 省

農作業の合間に休憩をとる少数民族の人々



No.26 Ban Xeo 橋の手前 Lao Cai 省

収穫物の積み込みを待つ少数民族の女性たち



No.8 Pa Bat 橋の手前 Dien Bien 省

子守をする少数民族の男性



No.4 Na Do 橋の先 Son La 省

燃料の薪を運ぶ少数民族の女性



No.10 Ban Bung 橋の先 Dien Bien 省

増水した川の浅瀬を探し対岸に向かう人々



No.44 Nga Ba 橋 Bac Can 省

濁流の中を対岸へ渡ろうとする人々



No.47 Quang Chu 橋付近 Bac Can 省





## 図表リスト

### 表リスト

#### 第1章

表 1.1.1	道路区分延長と舗装延長 .....	1 - 1
表 1.1.2	運輸セクター関連予算 .....	1 - 3
表 1.3.1	我が国の「べ」国援助重点分野.....	1 - 8
表 1.3.2	我が国の道路セクターに関する開発調査の実績.....	1 - 8
表 1.3.3	我が国の道路セクターに関する有償資金協力の実績.....	1 - 8
表 1.3.4	我が国の道路セクターに関する無償資金協力の実績.....	1 - 9
表 1.4.1	他ドナーの援助実績 .....	1 - 9
表 1.4.2	ADB の道路セクターに対する援助動向 .....	1 - 9
表 1.4.3	世銀の道路セクターに対する援助動向.....	1-10

#### 第2章

表 2.1.1	運輸省関連予算 .....	2 - 2
表 2.1.2	PMU18 の主要事業実績.....	2 - 3
表 2.1.3	担当予定技術者数及び実施能力のある業者数.....	2 - 3
表 2.2.1.1	他援助機関との関連 .....	2 - 4
表 2.2.2.1	橋梁サイトの河川諸元 .....	2 - 6
表 2.2.2.2	確率流量の計算結果 .....	2 - 8
表 2.2.2.3	流速・水深と計算洗掘深 .....	2 - 9
表 2.2.2.4	機械ボーリング調査結果のまとめ .....	2-15
表 2.2.3.1	交通量調査結果.....	2-18
表 2.2.3.2	環境影響が比較的大きい8橋梁サイトの概要.....	2-22

#### 第3章

表 3.1.2.1	要請橋梁の概要 .....	3 - 2
表 3.1.2.2	評価指標の重み .....	3 - 5
表 3.1.2.3	「格差のポテンシャル」の評価点.....	3 - 5
表 3.1.2.4	「緊急性・必要性」の評価点 .....	3 - 6
表 3.1.2.5	「整備効果の発現時期」の評価点.....	3 - 7

表 3.1.2.6 「鋼桁であることの妥当性」の評価点.....	3 - 7
表 3.1.2.7 「少数民族に対する貢献」の評価点.....	3 - 7
表 3.1.2.8 「経済状況」の評価点 .....	3 - 8
表 3.1.2.9 「現行交通量」の評価点 .....	3 - 8
表 3.1.2.10 要請 52 橋の優先順位及び評価ランク .....	3 - 10
表 3.1.2.11 詳細調査対象橋梁選定結果 .....	3-11
表 3.2.1.1 各省に必要な年間維持管理費と、道路セクター予算の比較.....	3-15
表 3.2.1.2 設計活荷重 .....	3-16
表 3.2.2.1 計画高水位の設定 .....	3-19
表 3.2.2.2 橋梁形式の評価（スパン 50m；鋼橋の場合） .....	3-20
表 3.2.2.3 河川条件のまとめ .....	3-21
表 3.2.2.4 上部構造形式 .....	3-21
表 3.2.2.5 基本設計橋梁総括表 .....	3-24
表 3.2.3.1 協力対象橋梁 .....	3-27
表 3.2.4.1 鋼桁の輸送距離 .....	3-72
表 3.2.4.2 全体工程表（案） .....	3-75
表 3.2.4.3 トラス橋工程と据付指導期間 .....	3-76
表 3.4.1.1 定期的な維持管理項目 .....	3-78
表 3.5.1.1 概算事業費の内訳（日本側負担） .....	3-80
表 3.5.1.2 概算事業費の内訳（「べ」国側負担） .....	3-81
表 3.5.1.3 各省当たりの平均年間維持管理費 .....	3-82

#### 第 4 章

表 4.1.1 直接裨益人口・部落数・面積 .....	4 - 2
-----------------------------	-------

## 図リスト

### 第1章

図 1.1.1	ベトナム北部山岳地域 9 省の現状.....	1 - 6
---------	------------------------	-------

### 第2章

図 2.1.1	運輸省 (MOT) 組織図.....	2 - 1
図 2.1.2	第 18 プロジェクト管理局 (PMU18) 組織図.....	2 - 2
図 2.2.2.1	対象地域の降水量・気温.....	2 - 5
図 2.2.2.2	ベトナム北部地域地質概念図.....	2-10
図 2.2.2.3	ベトナム北部で近年発生した地震地域.....	2-12
図 2.2.2.4	世界の地震分布図 (M>4.0 深さ 100km 以上 1975~1994).....	2-12
図 2.2.2.5	世界の地震分布図 (M>4.0 深さ 100km 以下 1975~1994).....	2-13
図 2.2.2.6	世界の被害地震分布図 (被害地震及び M>7.5 の地震 -1990-).....	2-13
図 2.2.2.7	ベトナム震央分布図及び震央期待値分布図.....	2-14
図 2.2.3.1	代表的少数民族の伝統的な衣装.....	2-20

### 第3章

図 3.2.1.1	鋼製橋梁の維持管理費の例 (耐候性鋼材を用いる場合).....	3-15
-----------	---------------------------------	------

## 略語集

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials	米国州道路交通運輸担当官協会
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
BD	Basic Design Study	基本設計調査
CAS	Country Assistant Strategy	国別援助戦略（WBによる）
CPRGS	Comprehensive Poverty Reduction and Growth Strategy	包括的貧困削減成長戦略文書
CSP	Country Strategy and Program	国別援助方針及びプログラム （ADBによる）
DBST	Double Bituminous Surface Treatment	2層式簡易アスファルト舗装
DD	Detailed Design	詳細設計
DFID	Department For International Development	英国国際開発省
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EN	Exchange of Notes	交換公文
EU	European Union	欧州連合
F/S	Feasibility Study	実現可能性調査
HWL	High Water Level	高水位
IDA	International Development Association	国際開発協会
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
MOT	Ministry of Transport	運輸省
MP	Master Plan	マスタープラン
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PAPs	Project Affected Persons	影響住民
PC	People's Committee	人民委員会
PC	Prestressed Concrete	プレストレスコンクリート
PCU	Passenger Car Unit	乗用車換算台数
PDOT	Provincial Department of Transport	省交通局
PID	Project Implementation Division	プロジェクト実施課
PMU	Projects Management Unit	プロジェクト管理局
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
RRMU	Regional Road Maintenance Units	地域道路維持管理部
TC	Torque Control	トルシア型
VRA	Vietnam Road Administration	ベトナム道路総局
WB	World Bank	世界銀行

## 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) 道路網と交通の概要

ベトナム社会主義共和国（以下「ベ」国）は、道路、鉄道、内陸水路を含む航路、および空路と、多様な交通・輸送手段を有している。このうち道路セクターは、最も重要な運輸手段となっており、貨物輸送全体の約70%、旅客輸送全体の約80%を道路セクターが担っている。

「ベ」国内の道路延長はすでに200,000kmを超え、道路密度は0.36km/km<sup>2</sup>に達し、近隣諸国と比較して高いレベルにある。道路は、管理主体によって、国道、省道、郡道、都市内道路、村道等に区分されている。各道路区分の延長、及び舗装状況を表1.1.1に示す。

表 1.1.1 道路区分別延長と舗装延長

道路区分	延長 (km)	舗装種別				
		コンクリート	アスファルト	砂利	土	その他
国道	15,360	75	9,405	4,775	995	110
省道	17,460	22	3,948	8,605	4,885	-
郡道	36,950	-	3,611	17,932	15,362	45
都市内道路	3,211	-	3,211	-	-	-
小計	72,981	97	20,175	31,312	21,242	155
村道	132,055	-	-	52,446	76,687	2,922
合計	205,036	97	20,175	83,758	97,929	3,077

(出典：RPP for Provincial Roads Improvement Sector Project, 2001, ADB)

一方、ベトナム戦争では多くの橋が破壊されたが、その復旧には、とくに地方橋梁において、安価で幅員の狭い仮設橋が主として用いられた。これらの仮設橋では、老朽化による耐荷力不足で通行重量の制限を余儀なくされる、桁下高が低く雨期には洪水により通行が阻害されるなどの問題が生じており、地方開発にとって大きな阻害要因となっている。

また、近年、モーターバイク台数の急激な伸びが、交通事故の増加や都市部での交通渋滞といった新たな問題を生じている。「ベ」国の自動車（モーターバイクを除く）登録台数は2001年現在約50万台で、その半分はトラックである。他方、モーターバイクの保有台数は、すでに700万台を超え、都市部だけでなく農村部においても急激な伸びを示している。

##### (2) 「ベ」国の道路行政

「ベ」国における道路行政は、基本的に中央政府と地方政府との役割分担がなされており、交通道路法 (Law No.26/2001/QHD: 2002年施行) の規定によると、運輸省 (Ministry of Transport:

MOT) が全ての国道と高速道路網を管轄し、省道・郡道等の地方道路は各省の交通局 (provincial Department of Transport: PDOT) が所掌するとされている。

中央政府においては、1993年、運輸省の管轄下に道路総局 (Vietnam Road Administration: VRA) が、国道の計画、建設・維持管理まで一貫した道路行政を実施することを目的に設立された。しかしながら、現時点での VRA の主な業務は、一部の道路交通関連制度の策定、国道の維持管理業務の監督、有料道路の料金徴集、および小規模な建設工事の実施に限定されている。

道路関連の建設工事は、主に MOT 組織内のプロジェクト管理局 (Projects Management Unit : PMU) が担当し、建設完了後の国道の維持管理を VRA に移管している。PMU は、本来 VRA の業務支援を目的に、複雑な業務調整が求められる ODA 関連事業の調整役として、特定のプロジェクトを対象に作られた組織である。しかし、例えば、わが国の無償資金協力による橋梁案件を担当してきた PMU18 のように、これらは現在、恒久的な組織となりつつある。

地方道路を所管している PDOT は、首相の直結行政機関である各省の人民委員会に属している。「ベ」国では、中央政府の組織と各省人民委員会が同等の位置付けにあることから、省の独自性が尊重される一方、中央政府の MOT と、各省人民委員会に所属する PDOT との連携が、必ずしも円滑に行かない状況が報告されている。その一方で、近年では、国道の総延長の半分以上の維持管理を PDOT が VRA に代わって実施したり、国道事業の用地買収についても省用地取得委員会が設立されたりするなど、両者の連携の動きもみられる。

「ベ」国での ODA 事業は、これまで中央政府主体で実施されてきたが、世界銀行 (World Bank: WB) や英国援助庁 (Department of International Development : DFID) が進めている「地方運輸プロジェクト (Rural Transport Project: RTP)」、アジア開発銀行 (Asian Development Bank : ADB) が進めている「中部地域道路網改良プロジェクト (Central Region Transport Network Improvement Sector Project)」などでは、各国援助機関が地方政府と協力して道路整備を直接展開する方式が採用されている。このように、道路網整備における中央政府と地方政府との新たな連携が、「ベ」国の道路セクターにおける今後の課題である。

### (3) 道路・橋梁維持管理体制

「ベ」国道路網の維持管理では、MOT の管轄する VRA 及び地域道路維持管理部 (Regional Road Maintenance Units : RRMU) が、国道網の維持管理計画を策定するとともに、省道網の維持管理についても PDOT に対するアドバイスを行っている。さらに、MOT は、道路維持管理に関する技術基準や全ての道路規格に関するガイドラインの策定も行い、維持管理の標準化に努めている。実際の道路維持管理工事は、RRMU 管轄下にある道路維持管理会社が全体の約半分を担当しており、残りの国道および省、郡道網を各省の PDOT 管轄下にある道路維持管理会社が実施している。これらのための予算は、国道については中央政府から、地方道路については各省人民委員会から配分される。



「ベ」国においては、世銀等がその必要性を認識しているにもかかわらず、現時点では維持管理を目的とした特定財源（Road Fund 等）制度が導入されていない。したがって、道路維持管理費用についても、政府予算の経常予算から支出されている。

#### (4) 運輸セクター関連予算および投資

運輸セクターへの投資は、国家予算の約 4% であり、大きな部分を占めている。しかしながら、そのほとんどを海外からの援助に依存している状況にある。

表 1.1.2 運輸セクター関連予算 (単位：億ドン)

	2002	2003	2004	2005
国家予算	1,482,080	1,763,220	2,090,240	2,382,500
運輸省関連予算	66,680 (4.5%)	67,920 (3.9%)	71,990 (3.4%)	77,030 (3.2%)
道路セクター関連予算	43,260	45,420	48,150	51,550

(出典：「ベ」国運輸省 (Ministry of Transport) 資料)

#### (5) 建設産業

1990 年代以前は、運輸省が、その管轄下にある 6 つの建設公団によって、全ての大規模道路及び橋梁工事を直轄で実施していた。90 年代以降になると、国際機関による道路プロジェクトの進行に合わせてこれらの建設公団は一部民営化され、大規模工事においては、これらの民営化された企業が外国企業と共同企業体を結成してプロジェクトに参画し、大規模な工事を成功させてきた。一方、中小規模の工事においては、地元民間企業が一部民営化された国営企業と適正な価格競争を行っており、例えば、世銀ファンドによる「第二次地方道路改良プロジェクト(Second Rural Transport Project)」においては、地元民間企業が、契約数の 75% を受注したと報告されている。わが国による無償プロジェクトにおいても、地元企業が資材調達型の橋梁工事の元請けとして、あるいは施設建設型の下請企業として参画しており、中小規模の橋梁工事であれば、ほぼ問題なく工事を遂行できることが確認されている。

#### (6) 道路セクターの課題

ADB が実施した技術支援「中部地方道路網改良計画調査」や JICA が実施した技術支援プロジェクトの報告書等によれば、道路セクターの課題として、以下の点が挙げられている。

- ・ VRA がうまく機能しておらず、道路行政における役割と責任が十分に果たされていない状況にある。
- ・ 全国規模で交通事故が多発（事故数：19,852 件、死者数：11,319 名（2003 年））しており、大きな社会問題として取り上げられてきている。
- ・ 道路セクターへの投資が、国土幹線道路網整備に集中しており、地方道路の整備まで

十分にいきわたっていない。

- ・ 道路維持管理特定財源（Road Maintenance Fund 等）が未導入であること、道路網開発により重点をおいた予算配分がなされることから、道路維持管理需要に対する充足率は約 50%に過ぎず、必要な投資が十分になされているとは言えない。

また、「ベ」国の地方道路開発および道路維持管理の課題として、以下の点が指摘されている。

- ・ 各省は道路網マスタープランを策定しているが、各路線の優先度が明確でなく、計画のみに終わっているため効率的な投資が行われていない。
- ・ 各省の PDOT では、道路アセットマネジメントを行うためのシステムが確立されておらず、道路維持管理用資機材、及びそれらを用いる技能者が不足している。

以上のような現状を踏まえ、VRA や国際機関は、各省 PDOT に対し、道路維持管理システムを導入する試みを続けている。維持管理財源については、現時点では、使用者からの通行料徴収と政府一般財源からの配分に頼っているため、維持管理需要を充足させるには、少なくとも 10 年程度はかかるものと推定されている。また、現在、世界銀行も道路維持管理への資金確保に関する調査を実施しており、充足するまでの補完資金の供与について検討している。

## 1-1-2 開発計画

### (1) 国家・地域開発計画

「ベ」国は、2001 年に「2001 年-2010 年社会経済開発戦略」を策定し、2020 年までに農業国から工業国への転換を遂げるとの目標を掲げた。加えて、2002 年には「包括的貧困削減成長戦略文書（Comprehensive Poverty Reduction and Growth Strategy: CPRGS）を公表し、拡大する地域間の社会的・経済的格差を是正するため、貧困削減に取り組むことを表明した。この CPRGS は、各種開発計画の基本戦略を示すのとして位置付けられており、「経済成長」と「貧困削減」の二つの目標の達成を目指している。これら基本戦略に基づいて「ベ」国の総合開発計画は策定されており、第 8 次 5 ヶ年計画（2006-10 年）では、年間成長率の目標を 8 % 以上とするとともに、第 7 次 5 ヶ年計画の「都市と農村の格差拡大への配慮」に引き続いて「地域間、民族間格差是正」を謳っている。

### (2) 道路セクター開発計画

上に述べた国家・地域開発計画に則り、「ベ」国運輸省（MOT）は 1998 年に「2020 年までの道路開発計画：Strategy for Transport Development in Vietnam by the Year 2020」を策定し、高速道路と国土幹線道路網の開発、地方道の整備を重点課題として取り上げた。とくに、地方道の整備については、重点整備地域として①北部山岳地域、②中部山岳地域、③メコンデルタ地域を挙げ、これらの地域における通年通行を確保するための道路・橋梁整備に主眼を置く

としている。この基本戦略に基づき、国レベルの「運輸セクター開発 5 ヶ年計画」が策定され、現在は 2006-10 年版が承認されている。また、省レベルの運輸マスタープランの策定も進められており、本プロジェクトの対象である北部諸省においても、各省ごとにマスタープランが策定されている。

### 1-1-3 社会経済状況

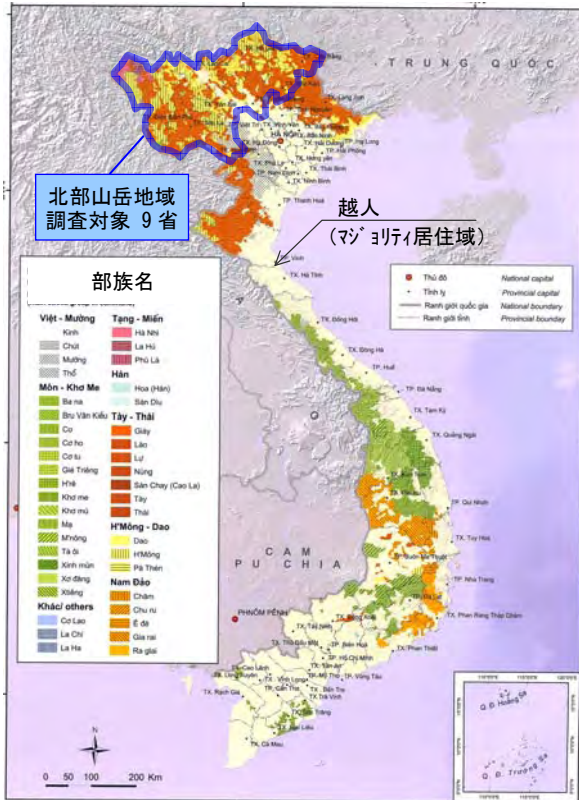
「ベ」国はインドシナ半島の東端に位置し、東と南は東シナ海、北は中国、西はラオスとカンボジアに囲まれた、人口 8,206 万人（2004 年）の社会主義国家である。国土面積は日本よりわずかに小さい 329,560km<sup>2</sup>で、北緯 8～23 度、東経 103～109 度の間にあり、南北に長く、南部は熱帯モンスーン気候帯、北部は亜熱帯に属し、農林水産業を主産業としている。

同国では、ベトナム戦争が終結した 1975 年以降、ダメージを受けたインフラの整備が進められてきたが、とくに、1986 年にドイモイ（刷新）政策がとられ、国際機関の技術・資金援助が活発となった 1989 年以降は、国道 1 号線をはじめとする国土幹線軸の改良工事が急ピッチで進み、それら幹線軸の近傍に外国企業・工場が誘致されて、国内の経済活動が大きく発展してきた。その結果、1992 年以降は高い経済成長（経済成長率 7～9%）を続け、1998 年にいったん成長率が落ち込んだものの、ここ 5 年間は 6～7%の経済成長を継続している。2005 年の統計によると、一人当たりの国民総生産は US\$552 (IMF) となっている。

このような経済成長の中で、「ベ」国の貧困率（一人当たり 2100 カロリー/日の栄養を摂取するために十分な所得がない、または支出ができない人口の全人口に対する比率）は、1992 年の 58%から、10 年後の 2002 年には 29%に減少した。しかしながら、これまではハノイ、ホーチミンを中心とする都市部に重点的な投資が行われてきたことから、現在でも、都市部と農村部における社会・経済格差の是正、山岳部における少数民族の貧困緩和、といった課題が残されている。

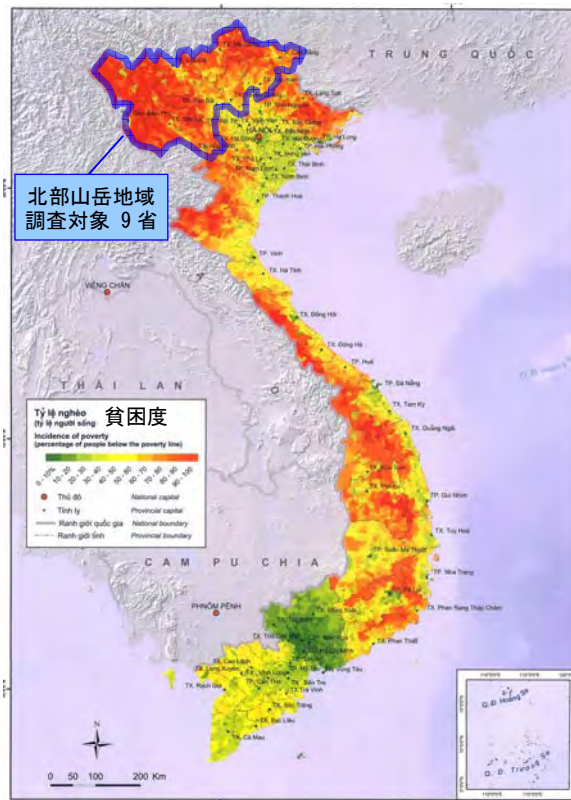
本プロジェクトの対象地域である北部山岳地域の 9 省は、中国、ラオスの国境に近く、温帯に近い四季を有する気候帯にあり、少数民族が多く居住する地域である。図 1.1.1 に示すように、これらの地域では、総人口の 8 割以上をタイ族、モン族を始めとする少数民族が占めている。一方で、これらの地域における一人当たりの平均収入は全国平均の約 50%、ハノイやホーチミンなどの都市部と比較すると 20～30%に過ぎず、「ベ」国の中でも極めて貧しい地域である。また、この地域は、未整備の道路や橋梁のない河床横断を余儀なくされる箇所が多く、山間部から地方中心都市（人口 2 万人以上）へのアクセシビリティが極めて悪い地域でもある。

少数民族位置図



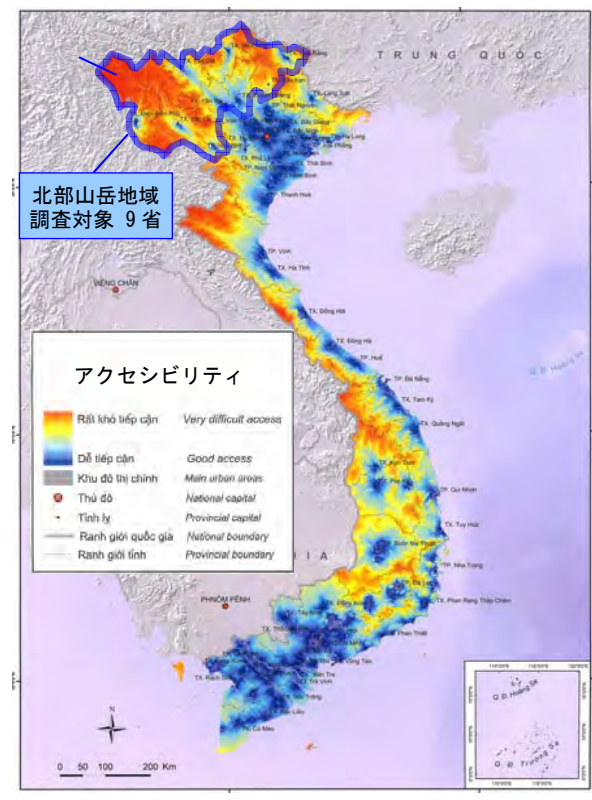
○ 北部山岳地域のほとんどが、少数民族が暮らしている地域である。

貧困度 (貧困ラインを下回る人口率)



○ 北部山岳地域のほとんどの地域で、居住人口の8割以上の人々が、貧困ラインを下回っている。

人口2万人以上の都市までの  
アクセシビリティ



○ 北部山岳地域は、「ベ」国の中で、最もアクセシビリティが悪い地域。その地域は貧困度が高い地域と重なっている。

図 1.1.1 ベトナム北部山岳地域 9 省の現状

出典 : Socioeconomic Atlas of Vietnam, A Depiction of the 1999 Population and Housing Census, 2004.10

## 1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

「ベ」国政府は、1975年以降、戦争で破壊された橋梁の改修を進めたが、とくに地方道では、予算不足から、主に安価で幅員の狭い仮設橋で対応せざるを得ない状況であった。それらの仮設橋の多くは、桁下高が低く雨季の洪水で通行止めとなる、老朽化により耐荷力不足で重量制限を余儀なくされるといった状況に陥っており、地方開発の大きな阻害要因となっていた。

このような状況を踏まえ、「ベ」国は、わが国の無償資金協力により、「北部地方橋梁改修計画（1995年～1998年）」（資材調達型：8橋、施設建設型：21橋）、「メコンデルタ地域橋梁改修計画（2001年～2003年）」（資材調達型：17橋、施設建設型：20橋）、「中部地方橋梁改修計画（2002年～継続中）」（資材調達型：23橋、施設建設型：21橋）の実施を図り、「中部地方橋梁改修計画」施設建設型の7橋を除いて、2006年3月までに、これらの計画を完了した。

この間、「ベ」国は、2001年に「2001年-2010年社会経済開発戦略」を策定し、また、2002年には「包括的貧困削減成長戦略文書（Comprehensive Poverty Reduction and Growth Strategy: CPRGS）」を公表して、拡大する地域間の社会的・経済的格差を是正するため、貧困削減に取り組むことを表明した。これらの上位計画に則り、「北部山岳地域橋梁改修計画」における橋梁位置は、これまでの無償資金協力案件での橋梁要請位置と比較して、より貧困な地域、少数民族の多い地域において要請されている。

「ベ」国北部山岳地域においては、少数民族が多く居住する貧困地区と、医療、学校、市場などの社会サービス施設が比較的揃った地域中心都市（人口20,000人以上）との間には、現状では極めて脆弱なラインで結ばれているに過ぎない。たとえば、要請された52橋のうち軽車両（2t程度）が通行できる橋梁は4橋のみで、残り48橋のサイトは、現橋なし、または人道専用の簡易橋、あるいは人・バイクのみ通行が可能な吊橋、竹橋等となっており、そのような箇所では車両は河床を横断している状況である。とくに、この地域の雨期である4月～9月までの6ヶ月間は、しばしば河川増水により車両の渡河ができなくなることから、これらの地区では、医療・教育などの社会サービスや市場等へのアクセスが阻害され、経済的・社会的貧困が助長されている。

したがって、今回の「ベ」国による「北部山岳地域橋梁改修計画」の要請は、前回のハノイを中心とする「北部地方橋梁改修計画」に対して、より貧しく、より少数民族が多く、よりアクセスの悪い、中国あるいはラオス国境に近接する山岳地域における橋梁について、資材調達を要請したもので、要請52橋の総延長は、約3,300mとなっている。

## 1-3 我が国の援助動向

我が国は2003年に「対ベトナム国別援助計画」を改訂し、以下に示す3重点分野への支援を強化することとしている。

表 1.3.1 我が国の「ベ」国援助重点分野

重点分野	内 容
①成長促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>・成長のエンジンとなるものを支援</li> <li>・対象セクター：投資環境整備、中小企業・民間セクター振興、経済インフラ整備、人材育成、国営企業への改革</li> </ul>
②生活・社会面での改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>・人間の安全保障、貧困削減の観点</li> <li>・対象セクター：教育、保健・医療、農業・農村開発／地方開発、都市開発、環境</li> </ul>
③制度整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・分野横断的なものを対象</li> <li>・対象セクター：法制度整備、行政改革（公務員制度、財政改革）</li> </ul>

「北部山岳地方橋梁改修計画」は、このうち、貧困削減の観点から「生活・社会面での改善」に焦点をあてた援助であるといえる。

近年の「ベ」国に対する我が国の援助実績は、円借款、無償資金協力、および技術協力を併せて 900 億円程度で推移しており、2 国間援助においては、「ベ」国に対するトップドナーの位置を占め続けている。道路セクターに関する最近の主要援助実績は、表 1.3.2～表 1.3.4 に示すとおりで、表 1.3.1 に示した援助方針に沿った内容となっている。

表 1.3.2 我が国の道路セクターに関する開発調査の実績

年 度	プロジェクト名	案件概要
1997～2000	カントー橋建設計画	鋼・コンクリート複合橋（中央径間 550m）の F/S、D/D
1997～2000	タインチ橋建設計画	片側 3 車線、橋長 3.1km の紅河橋に係る F/S、D/D
1999～2000	運輸交通開発戦略調査	交通セクター開発戦略・全国交通開発に係る M/P 策定

表 1.3.3 我が国の道路セクターに関する有償資金協力の実績

年 度	プロジェクト名	金額 (億円)	案件概要
1995～2003	国道 1 号線橋梁復旧計画	83.93	橋梁建設第 1:47 橋 第 2: 19 橋
1998～2002	国道 18 号線道路改良計画	115.86	路線長約 220km の道路改良事業
2001～2006	タインチ橋建設プロジェクト	100.00	鋼・コンクリート複合斜長橋の建設
2002～2007	カントー橋建設プロジェクト	248.47	片側 3 車線、橋長 3.1km の橋梁建設
2002～2006	ホーチミン東西道路プロジェクト	219.31	沈埋トンネル:1.2km、都市内道路:22km

表 1.3.4 我が国の道路セクターに関する無償資金協力の実績

年 度	プロジェクト名	金額 (億円)	案件概要
1995～ 1997	北部地方橋梁改修計画	37.50	施設建設：21 橋 資材調達：8 橋
2001～ 2003	メコンデルタ地域橋梁改修計画	37.34	施設建設：20 橋 資材調達：17 橋
2002～ 2003	第 1 次中部地方橋梁改修計画	7.39	資材調達：23 橋
2003～ 2004	第 2 次中部地方橋梁改修計画	19.66	施設建設：14 橋 (未着手の 7 橋を除く)

#### 1-4 他ドナーの援助動向

近年の他ドナーの援助実績を国際機関も含めて表 1.4.1 に示す。同表によると、日本、ADB (Asian Development Bank ; アジア開発銀行)、IDA (International Development Association ; 国際開発協会) が金額で大きな割合を占めていることがわかる。

表 1.4.1 他ドナーの援助実績

(単位：百万ドル)

年度	第 1 位	第 2 位	第 3 位	第 4 位	第 5 位
2000	日本 (923.7)	ADB (197.7)	IDA (172.5)	フランス (53.0)	デンマーク (41.0)
2001	日本 (459.5)	IDA (276.7)	ADB (175.8)	フランス (61.8)	デンマーク (60.2)
2002	日本 (374.7)	IDA (258.9)	ADB (212.0)	フランス (77.8)	デンマーク (48.4)

主要ドナーのひとつである ADB は、国別援助計画である「国別援助方針、およびプログラム (Country Strategy and Program : CSP)」を策定して「ベ」国への援助に取り組んでいる。その最新版である CSP (2006-08) によれば、①民間セクターの発展による経済成長、②ガバナンス改善および貧困削減、を重点的に支援することとしている。近年の道路セクターへの主要プロジェクトとしては以下の事業があげられる。

表 1.4.2 ADB の道路セクターに対する援助動向

プロジェクト名	期 間	概 要
ホーチミン～プノンペン道路建設事業	1998-2005	カンボジアへ繋がる国際道路
東西回廊建設事業	2000-2005	ラオスへ繋がる国際道路
省道改良事業	2001-2006	北部地域 18 省の道路改修
中部地方道路改修事業	2005-2010	中部 19 省の道路改修
昆明～ハイフォン回廊建設事業	2005-2010	中国へ繋がる国際道路

もうひとつの主要ドナーである世銀グループも、国別援助計画である「対ベトナム国援助戦略 (Vietnam-Country Assistance Strategy: CAS)」に基づき援助を行っている。その最新版 (2002-06) によると、「ベ」国政府が策定した CPRGS で掲げた以下の3つの目標の達成を支援することとしている。

- ①市場経済への移行に対する支援
- ②平等な社会的統合 (inclusive) を目指した持続可能な開発の推進
- ③よい統治 (Good Governance) への支援

②については、貧困削減や少数民族、女性への支援をあげており、その中で道路セクターに関しては、「発展の遅れた地域へ支援」を目指し、特に北部山岳地域、メコンデルタ地域、中部北沿岸地域に焦点をあてたアクセスの改善や村落内の小インフラ整備を図る方針である。表 1.4.3 に近年の道路セクターへの援助実績を示す。

表 1.4.3 世銀の道路セクターに対する援助動向

プロジェクト名	期 間	概 要
第2次地方道路改良事業	2000-2005	地方道路の維持管理
メコンデルタ交通改良および洪水防御事業	2001-2006	多様な運輸手段の提供
道路網改良事業	2003-2008	北部地域の国道改修
交通安全事業	2005-2010	組織能力強化、技術監査強化
第3次地方道路改良事業	2005-2010	地方道路の維持管理



## 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

本プロジェクトの実施機関は運輸省第18プロジェクト管理局（Projects Management Unit 18：PMU18）である。プロジェクト管理局（PMU）は、道路総局（VRA）の業務を支援する目的で、複雑な業務調整が求められるODA関連事業の調整役として特定のプロジェクトを対象に作られた組織である。このうちPMU18は、かつて国道18号改良事業のために立ち上げられ、これまで我が国の無償資金協力で実施された同様の地方橋梁改修プロジェクトである「北部地方橋梁改修計画」「メコンデルタ地域橋梁改修計画」及び第1次、第2次の「中部地方橋梁改修計画」を一貫して担当している。図2.1.1に運輸省（MOT）の組織図を示す。

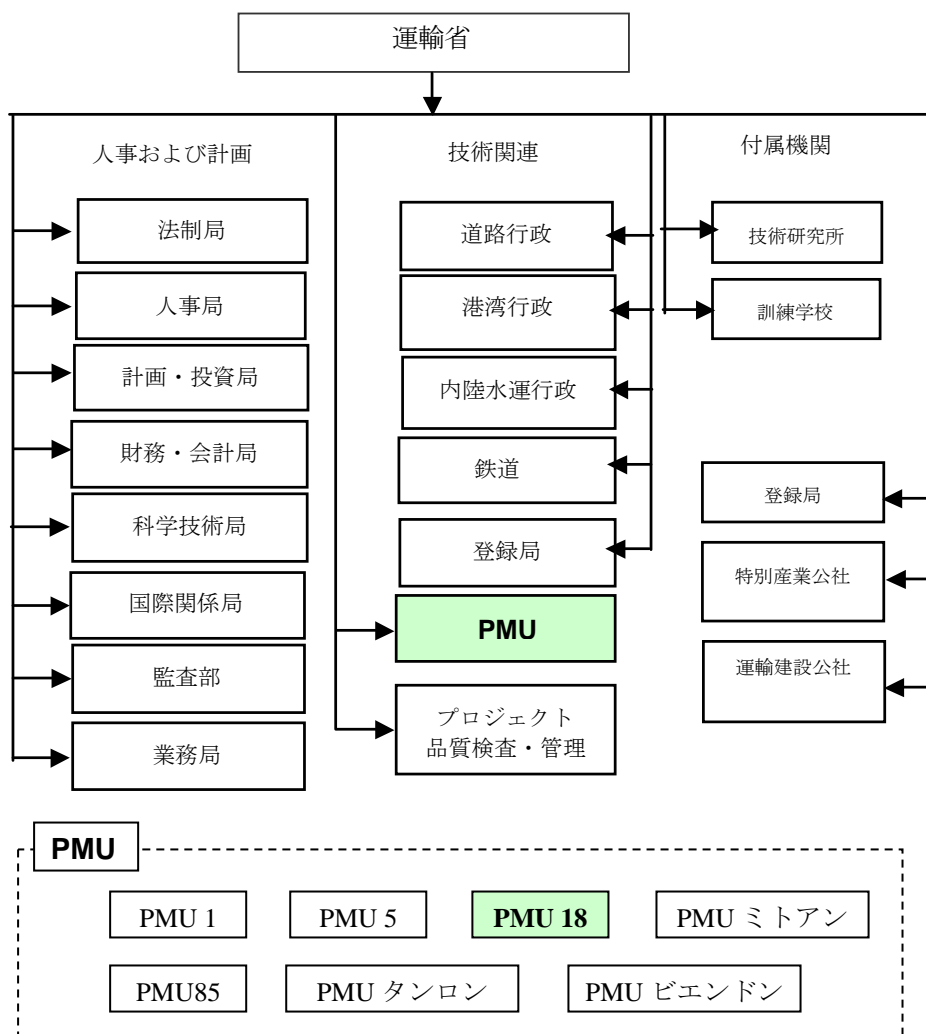


図 2.1.1 運輸省（MOT）組織図

図 2.1.2 に PMU18 の組織図を示す。

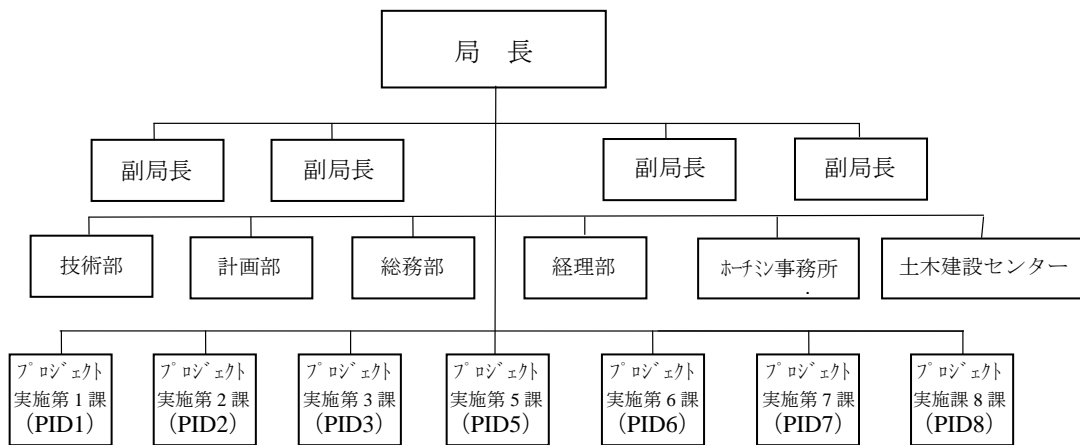


図 2.1.2 第 18 プロジェクト管理局 (PMU18) 組織図

### 2-1-2 財政・予算

運輸セクターに対する予算配分は表 2.1.1 に示す運輸省予算で見ることができる。運輸省の 2005 年度の全体予算額は、77,030 億ドン (565 億円) であり、そのうち 51,550 億ドン (379 億円) が道路セクター関連の新規建設、改修、維持管理費に充てられている。

表 2.1.1 運輸省関連予算 (単位：億ドン)

	2002	2003	2004	2005
国家予算	1,482,080	1,763,220	2,090,240	2,382,500
運輸省関連予算	66,680	67,920	71,990	77,030
道路セクター関連予算	43,260	45,420	48,150	51,550
i) 新規建設費	24,400	25,620	27,160	29,080
ii) 補修・改修費	16,220	17,030	18,050	19,330
iii) 維持管理費	2,640	2,770	2,940	3,140

(出典：「ベ」国運輸省 (Ministry of Transport) 資料)

### 2-1-3 技術水準

本プロジェクトの実施機関である PMU18 は、我が国の無償資金協力による地方橋梁改修プロジェクトばかりでなく、表 2.1.2 に示すような、我が国の有償資金協力事業や国際機関によるプロジェクトを実施した実績をもつ。これらのプロジェクトを運営・管理する PMU18 の技術者は、その多くが国内の大学あるいは訓練学校を卒業しており、中には旧ソ連や東欧諸国の留学経験者も在籍するなど、基礎的な専門知識は十分に習得している。また、これらのプロジェ

クトを通じて、プロジェクトマネジメントに関する知見も高めており、本計画を実施するには十分な技術レベルにあると判断される。

表 2.1.2 PMU18 の主要事業実績

プロジェクト名	援助機関	摘要
国道 1 号橋梁改修事業	JBIC	国道 1 号上の 92 橋の改修
国道 10 号改良事業	JBIC	L=162km、5 橋含む
国道 18 号改良事業	JBIC	L=320km、バィヤイ橋含む
Rural Road Improvement Project I	WB	5000km 道路と 8km 橋梁改修
Rural Road Improvement Project II	WB	13,000km 道路と 5km 橋梁改修

(出典：PMU18 資料)

「ベ」国側に確認した本プロジェクトを担当する予定の技術者数、実施能力があるとみなされる業者数を表 2.1.3 に示す。

表 2.1.3 担当予定技術者数及び実施能力のある業者数

担当予定技術者数		
PMU18 第 2 課 (PID2)	技術者数	備考
課長	1 人	兼任
副課長	2 人	専任
技師	1 人	専任
技師	2 人	兼任
専門家	7 人	兼任
実施能力のある業者数 (メコン・中部橋梁の無償案件に係わった経験を有する業者数)		
業務内容	業者数	備考
鋼桁架設	7 社	ローカルコントラクタ
基本設計	8 社	ローカルコンサルタント
詳細設計	5 社	ローカルコンサルタント
施工監理	9 社	ローカルコンサルタント

#### 2-1-4 既存の施設・機材

本プロジェクトの「ベ」国側要請 (2005 年 9 月) 橋梁数は、第 3 章の表 3.1.2.1 に示すように 52 橋である。要請は、北部山岳地域の 9 省のそれぞれが、各省内で優先順位の高い 5~6 橋を挙げる方法で行っている。この 52 橋のうち、11 のサイトには既存橋梁がなく、既存橋梁のある 41 のサイトにおいても、車両が通過できる橋梁はわずか 4 橋のみであった。

協力対象橋梁は、「3-1-2-2 対象橋梁の選定」に述べる方法により選定した。協力対象 43 橋梁の現況を巻頭写真に示す。

## 2-2 プロジェクト・サイトおよび周辺状況

### 2-2-1 関連インフラ整備状況

橋梁サイト周辺の接続道路等、関連インフラ整備状況の調査結果を巻末の「資料 8-1 橋梁サイト調査結果」に示す。これらの整備状況は、「資料 8-3 橋梁評価点の算定結果」に示すように、対象橋梁の選定に反映した。

対象橋梁として選定した 43 橋について、他援助機関によるプロジェクトと関連していたものを表 2.2.1.1 に示す。43 橋中、5 橋について、他援助機関による整備が進行していることが確認されたが、橋梁そのものの整備については、重複はないことを確認した。

表 2.2.1.1 他援助機関との関連

省名	橋梁 No.	橋名	他援助機関との関連
Yen Bai	No.18	Ngoi Thap	アクセス道路 20km 区間を ADB 及び WB の援助で整備中。道路幅 6.5m、アスファルト舗装幅 3.5m となる。
Bac Can	No.42	Pac Nam	橋梁の先、Cao Ban 省 Bao Loc に至る道 7.3km 区間を JBIC 資金で改良中。
	No.46	Don Phong	橋梁の先 12km 区間を EU ファンドで道路幅 4.0m の土道に改良済み。
Cao Bang	No.48 No.49	Dong May Binh Long	2 橋を含む Noc Hai~Thong Nong 間 25km を ADB ファンドで道路幅 3.5~4.5m の土道に改良済み。

### 2-2-2 自然条件

#### 2-2-2-1 気象・河川・水文

##### (1) 気象概要

本プロジェクトの対象地域であるベトナム北部山岳地域 9 省は、西端の Dien Bien 省から東端の Cao Bang 省まで約 500km、南北の幅は約 200km である。

ベトナム北部は亜熱帯に属し、図 2.2.2.1 に示すように、4 月～9 月が雨期、10 月～3 月が乾期となるが、北部山岳地域は温帯に近い気候で四季があり、住民の間では、特に気温が 20℃を下回る 12 月～2 月を「冬」、25℃を上回る 5 月～9 月を「夏」と呼んでいる。

ベトナム北部の平均的な年間降水量は約 1,600mm であるが、山地では、2,400mm を超える箇所も多く、場所によっては、年間 4,000mm に達することもある。乾期の降水量は年間降水量の 10%程度であり、残りの 90%は雨期の 6 ヶ月間に集中する。

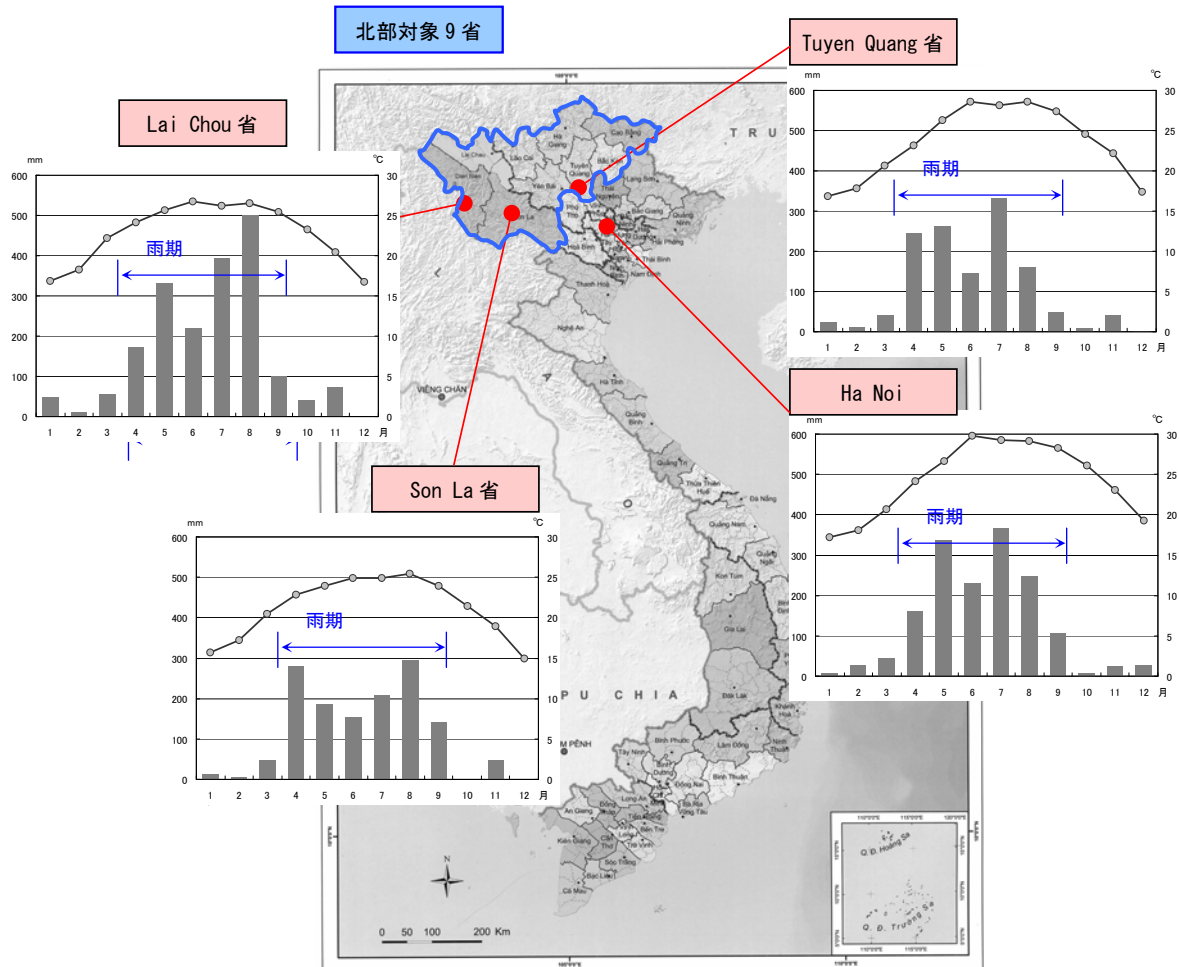


図 2.2.2.1 対象地域の降水量・気温

## (2) 河川概要

対象地域は北部山岳地域であり、ほとんどの河川は 1/500 より急峻である。河床は一般的に礫、玉石等で構成されている。各橋梁サイトの河川諸元を、表 2.2.2.1 に示す。

## (3) 既往最高水位

各橋梁サイトにおける既往最高水位のヒアリング調査は、設計高水位決定の際の最も基本となるものであり、全てのサイトについて、すでに「ベ」国側が実施している F/S で調査済みである。調査団は、確認が必要と思われる一部のサイトについて追加のヒアリング調査を行うとともに、合わせて河川状況についても調査した。調査結果を巻末の「資料 8-4 水文調査結果」に示す。

## (4) 水文概要

本プロジェクトの対象橋梁は比較的小規模（橋長 100m 以下）であり、流域面積が大きい橋梁サイトは少ない。既往水位の観測所は、一般に比較的に大きな流域に設置されているため、今回、水位解析の参考にできる観測所は、Xa La 及び Chiem Hoa の 2 観測所のみであっ

た。

降雨量については、26 降雨観測所の日雨量データを用いることができる。確率日雨量は、「ベ」国側の F/S に於いてピアソンⅢ型分布を適用して得られている。各観測所の年最大値及び確率解析結果を巻末の「資料 8-4 水文調査結果」に示す。

表 2.2.2.1 橋梁サイトの河川諸元

橋梁		流域面積 (km <sup>2</sup> )	河道勾配 (-)	河道粗度 (n)	流域状況		既往最大洪水		平均水位(DL+m)	
No.	名称				土壌 タイプ	降雨 ゾーン	水位 (DL+m)	生起年	年平均	年最小
2	Ban Sai	141	1/100	0.0800		Ⅱ	30.18	1975	25.70	22.00
3	Ban Tum	164	1/333	0.0800		Ⅱ	20.64	1975	16.40	13.30
4	Na Do	60	1/50	0.0800	Ⅲ	Ⅱ	19.60	1995	20.10	16.60
5	Na Tra	74	1/50	0.0800	Ⅲ	Ⅱ	19.95	2005	18.90	17.40
6	Ban Pang	22	1/100	0.0800	Ⅲ	Ⅱ	28.57	1975	26.70	24.50
7	Na Phat	150	1/333	0.0667		Ⅰ	897.08	1997		
8	Pa Bat	1585	1/588	0.0800			892.30	1975	888.10	
9	Su Lu	213	1/192	0.0667		Ⅰ	890.80	1992	885.30	
10	Ban Bung	290	1/100	0.0667		Ⅰ	895.77	1958		
11	Pac Nam (D.B.)	80	1/65	0.0667	Ⅳ	Ⅱ	895.64	1958	894.30	
12	San Thang	38	1/50	0.0800	Ⅳ	Ⅱ	96.84	1963		
14	Nam Puc	45	1/50	0.0667	Ⅳ	Ⅱ	66.70	1963		
15	Huoi Dit	6	1/50	0.0800	Ⅳ	Ⅱ	85.00	1963		
16	Nam Han	72	1/1000	0.0800	Ⅳ	Ⅱ	81.80	1963		
17	Nam Cum	374	1/250	0.0500		Ⅱ	96.84	1963		
18	Ngoi Thap	42	1/1111	0.0500	Ⅳ	Ⅵ	196.80	2005	193.50	190.10
20	Lao Chai	293	1/247	0.0769		Ⅱ	194.97	1992	191.10	186.70
21	Pu Trang	120	1/341	0.0500		Ⅵ	252.72	2005	248.88	248.52
22	Ta Tiu	209	1/303	0.0667		Ⅵ	101.55	2005	98.28	96.75
23	Ben Cao	205	1/364	0.0667		Ⅵ	97.25	2005	93.72	92.25
25	Thanh Phu	407	1/441	0.0667		Ⅳ	87.80	1986	82.50	80.30
26	Ban Xeo	30	1/25	0.0667	Ⅱ	Ⅲ	40.85	2001	39.05	36.75
27	Muong Ham2	97	1/59	0.0885	Ⅱ	Ⅲ	194.62	2001	193.35	189.97
28	Den Sang	14	1/17	0.0833	Ⅱ	Ⅲ	94.52	2001	93.41	92.25
29	Soi Chat/Trat	14	1/286	0.0500	Ⅲ	Ⅳ	199.30	1984	195.85	192.80
30	Ban Nghien	207	1/578	0.0500		Ⅵ	97.55	1971	91.40	88.72
31	Trinh	244	1/617	0.0500		Ⅵ	100.40	1971	94.14	87.31
32	Na Nham	717	1/565	0.0500		Ⅵ	96.05	1971	87.19	83.94
33	Sung	22	1/621	0.0500	Ⅳ	Ⅵ	49.70	1971	48.46	46.72
36	Na Lan	76	1/181	0.0667	Ⅲ	Ⅴ	195.76	1992	194.24	188.37
37	Ta Lang	58	1/202	0.0286	Ⅲ	Ⅴ	298.57	1993	297.88	296.45
38	Suoi Dau	104	1/1111	0.0500		Ⅴ	31.55	1966	27.34	
39	Diec	69	1/205	0.0500	Ⅳ	Ⅴ	21.55	1989	20.70	
40	Lien Hiep	31	1/197	0.0500	Ⅳ	Ⅴ	38.82	1987	35.33	
42	Pac Nam(B.C.)	188	1/193	0.0500		Ⅵ	38.60	1971	37.00	
43	Khuoi Nung	60	1/91	0.0500		Ⅵ	35.80	1971	34.50	33.70
44	Nga Ba	104	1/97	0.0500	Ⅳ	Ⅵ	43.90	1971	43.26	42.40
46	Don Phong	249	1/307	0.0500		Ⅵ	45.84	1986		42.49
47	Quang Chu	1350	1/461	0.0500		Ⅵ	53.41	1992	51.93	43.32
48	Dong May	497	1/350	0.0500		Ⅳ	47.10	1950	37.99	36.08
49	Binh Long	1240	1/287	0.0500		Ⅳ	51.84	1950	42.39	42.14
50	Ban Xac	13	1/3704	0.0500	Ⅳ	Ⅳ	41.06	1968	36.13	36.00
52	Keo Ai	14	1/382	0.0500	Ⅳ	Ⅳ	42.22	2001	39.20	38.50

注) 降雨ゾーンは「資料 8-4 水文調査結果」を参照。土壌タイプは当該流域の地質状況による。

(5) 各橋梁サイトの流量・水位解析

流量計算の条件は、基本的には「ベ」国側の F/S で採用された条件を用いた。河道粗度・河道

勾配に関しても F/S の成果を採用した。ただし、本調査対象橋梁の設計に必要な設計流量を決定するための流量計算手法に関しては、下記に述べるように、より適切なものに改めた。また、降雨区分等の設定に関しても、より詳細に検討し修正を行ったうえで再計算した。水位計算については、「ベ」国側の計算では考慮されていない「計画スパンを考慮した計画断面」を作成し、等流計算を行った。

#### 流量計算手法

流量計算の手法は、基本的に PDOT で採用されている「ベ」国標準計算法を用いて、100km<sup>2</sup>以上の流域に於いては Sokolovsky 法 (QP.TL.C-6-77) を、100km<sup>2</sup>以内の流域に於いては降雨強度法 (22 TCN 220-95) を適用する<sup>1</sup>。ただし、Dien Bien 省の No.8 橋梁については Xa La 観測所 (N20° 56' E103° 55' ,6,430km<sup>2</sup>) の水文資料を利用できるので Similar Basin Method (22 TCN 220-95) を用いた。また、本調査の対象橋梁は山岳河川で、河道勾配が急峻であるので、等流計算を適用するが、Tuyen Quang 省 No.31 及び No.32 橋梁の洪水水位については、Chiem Hoa 観測所の記録を元に計算する一方、とくに、以下の点をあわせて考慮し、計画水位を設定した (詳細は巻末の「資料 8-4 水文調査結果」参照)。

- ・ 両サイトともに本川の Gam 川の背水影響を受けること
- ・ Na Hang Dam (2007 竣工予定) によって 2m の水位低下が期待できること<sup>2</sup>

#### (6) 計画高水位の設定

計画高水位は、Specification for Bridge Design (22 TCN 272-05) を参考に、2%確率水位とすることを原則とするが、既往最高水位が 2%確率水位を超える場合には、それらの最大値をとるものとした (第 3 章 表 3.2.2.1 計画高水位の設定 参照)。橋梁上部工底部の高さは 1.0m のクリアランスを考慮して決定する (PMU18 との協議結果)。また、本プロジェクトは Navigation を考慮すべきサイトは無いことを確認した。

ただし、水位計算の結果、No.10 及び No.38 橋梁については、洪水水位が既往最高水位を上回る可能性があり、これを回避するためには河床及び法面の整形が必要であることが判明した (表 3.2.2.1 参照 ; 詳細は「資料 8-4 水文調査結果」参照)。

一方、No.2 橋梁は既往最高水位が 30.18m (1975) と 2%確率洪水水位 (F/S) 27.58m よりかなり高いが、第 2 位高水位 27.0m (1997) 及び 1m のクリアランスを考慮すれば、2%確率洪水水位を計画高水位としても良いと考えられる。

No.17 橋梁は既往最高水位 96.8m (1963)、第 2 位高水位 96.5m (1970) と観測値がいずれも 2%確率洪水水位を 1m 以上、上回っているので、2%確率洪水水位を計画高水位とするのは危険であると判断し、既往最高である 96.84m を計画高水位として採用する。他についても、既往最高水位と 2%確率水位を比較し、基本的に最大値を計画高水位ととして採用する。

<sup>1</sup> Handbook for Calculation of Hydrology and Hydraulics for Bridges and Highway

<sup>2</sup> No.3062/PQ-BGTVT(13 Oct., 2004)



表2.2.2.2 確率流量の計算結果

No.	橋梁 名称	流域面積 (km <sup>2</sup> )	流量 計算手法	日雨量(mm/day)		2%確率流量 (m <sup>3</sup> /s)
				観測所	2%確率	
2	Ban Sai	141	Sokolopsky	Yen Chau	193	326
3	Ban Tum	164	Sokolopsky	Yen Chau	193	443
4	Na Do	60	Rainfl Intensity	Moc Chau	201	269
5	Na Tra	74	Rainfl Intensity	Moc Chau	201	297
6	Ban Pang	22	Rainfl Intensity	Moc Chau	201	131
7	Na Phat	150	Sokolopsky	Dien Bien	239	1078
8	Pa Bat	1585	Similar Basin			2544
9	Su Lu	213	Sokolopsky	Dien Bien	239	1175
10	Ban Bung	290	Sokolopsky	Tuan Giao	220	809
11	Pac Nam (D.B.)	80	Rainfl Intensity	Tuan Giao	220	307
12	San Thang	38	Rainfl Intensity	Tam Duong	165	147
14	Nam Puc	45	Rainfl Intensity	Muong Te	324	452
15	Huoi Dit	6	Rainfl Intensity	Muong Te	324	83
16	Nam Han	72	Rainfl Intensity	Muong Te	324	528
17	Nam Cum	374	Sokolopsky	Muong Te	324	2362
18	Ngoi Thap	42	Rainfl Intensity	Van Yen	234	348
20	Lao Chai	293	Sokolopsky	Mu Cang Chai	242	1113
21	Pu Trang	120	Sokolopsky	Ngoi Thia	263	861
22	Ta Tiu	209	Sokolopsky	Ngoi Thia	263	1279
23	Ben Cao	205	Sokolopsky	Ba Khe	403	1548
25	Thanh Phu	407	Sokolopsky	Thanh Phu	225	1958
26	Ban Xeo	30	Rainfl Intensity	Muong Hum	238	388
27	Muong Ham2	97	Rainfl Intensity	Muong Hum	238	1264
28	Den Sang	14	Rainfl Intensity	Muong Hum	238	261
29	Soi Chat/Trat	14	Rainfl Intensity	Pho Lu	306	677
30	Ban Nghien	207	Sokolopsky	Chiem Hoa	203	794
31	Trinh	244	Sokolopsky	Chiem Hoa	203	751
32	Na Nham	717	Sokolopsky	Chiem Hoa	203	2174
33	Sung	22	Rainfl Intensity	Cau Bam	310	254
36	Na Lan	76	Rainfl Intensity	Hoang Su Phi	321	951
37	Ta Lang	58	Rainfl Intensity	Vi Xuyen	490	325
38	Suoi Dau	104	Sokolopsky	Vi Xuyen	490	1273
39	Diec	69	Rainfl Intensity	Vi Xuyen	490	659
40	Lien Hiep	31	Rainfl Intensity	Bac Quang	449	448
42	Pac Nam(B.C.)	188	Sokolopsky	Cho Ra	160	514
43	Khuoi Nung	60	Sokolopsky	Cho Ra	160	250
44	Nga Ba	104	Rainfl Intensity	Cho Ra	160	230
46	Don Phong	249	Sokolopsky	Cho Moi	242	1474
47	Quang Chu	1350	Sokolopsky	Cho Moi	242	3385
48	Dong May	497	Sokolopsky	Cao Bang	191	2350
49	Binh Long	1240	Sokolopsky	Cao Bang	191	3924
50	Ban Xac	13	Rainfl Intensity	Trung Khanh	266	189
52	Keo Ai	14	Rainfl Intensity	Trung Khanh	266	225

(7) 護岸工等の検討

一般に、橋梁の新設に伴い取付道路による狭窄部が生じると、橋台付近で流速が増加する。このような状況を考慮して、中部地方橋梁改修計画と同様に、取付道路の川表側に練石積み護岸を計画し、道路縦断方向の盛土斜面部については盛土安定、豪雨による斜面侵食、崩壊を防止するため、橋台から 10m ほどの区間で練石積み護岸を施すことを「べ」国側に提案する。石積みが直接基礎となる場合、地山より 1m 程度の根入れを行うこととする。また洗掘が予測されるところは木杭を配置し、基礎工前面に捨石工またはふとん籠工で防護することを提案する。

(8) 橋脚周辺の洗掘深の検討

橋脚周辺の洗掘深の計算は、ハノイ大学公式3を用いる。ただし、河床材料データの詳細は得られていないので、本プロジェクトのサイトで一般に見られる玉石（Large Cobble）とした。橋梁サイトのほとんどは山岳地域に位置することから、一般的に河床勾配は急で流速が速くなり、表 2.2.2.3 に示すように、想定される計算洗掘深は比較的大きくなる。ここでは洗掘防止対策法として、材料の現地調達が可能で施工が容易なリップラップ（橋脚周辺に比較的大きな割石を敷く）を「ベ」国側に提案する。

表 2.2.2.3 流速・水深と計算洗掘深

No.	橋梁 名称	流域面積 (km <sup>2</sup> )	計画 Span	既往最高 水位 (DL+m)	2%確率洪水時			計算 洗掘深 (m)	備考
					水位 (DL+m)	流速 (m/s)	水深 (m)		
2	Ban Sai	141	21+21	30.18	26.74	2.5	4.0	2.6	計画高水位27.58
3	Ban Tum	164	18+18+24	20.64	19.74	1.8	5.0	1.8	
4	Na Do	60	33-	19.60	20.22	3.2	2.5	3.2	
5	Na Tra	74	21+21	19.95	20.43	3.0	2.0	2.9	
6	Ban Pang	22	30-	28.57	27.72	2.0	1.5	1.8	
7	Na Phat	150	21+24+21	897.08	896.60	3.2	5.0	3.5	
8	Pa Bat	1585	30+30+30	892.30	895.19	3.7	8.0	4.4	
9	Su Lu	213	33+33+33	890.80	889.98	2.8	5.0	3.0	
10	Ban Bung	290	27+27:掘削	895.77	893.96	4.5	4.0	5.1	河床整形の場合
11	Pac Nam (D.B.)	80	24+18	895.64	897.10	3.2	3.0	3.3	
12	San Thang	38	30-	96.84	100.04	2.6	2.0	2.5	
14	Nam Puc	45	21+24+21	66.70	65.90	4.5	2.0	4.7	
15	Huoi Dit	6	21-	85.00	84.57	2.8	3.0	2.8	
16	Nam Han	72	30+30	81.80	80.44	1.4	8.0	1.4	
17	Nam Cum	374	24+24+24	96.84	95.09	4.5	8.0	5.5	
18	Ngoi Thap	42	24+24	196.80	196.82	1.5	4.0	1.4	
20	Lao Chai	293	15+54+15	194.97	195.60	2.9	6.0	3.2	
21	Pu Trang	120	24+24+24	252.72	253.66	2.7	3.0	2.7	
22	Ta Tiu	209	33+33+33	101.55	101.71	2.6	5.0	2.8	
23	Ben Cao	205	27+27+27	97.25	98.83	2.8	7.0	3.1	
25	Thanh Phu	407	49.5+49.5	87.80	88.70	2.6	8.0	2.9	
26	Ban Xeo	30	15+30+15	40.85	41.06	5.5	3.0	6.2	
27	Muong Ham2	97	24+24+24	194.62	194.53	3.9	4.0	4.3	
28	Den Sang	14	24-	94.52	94.62	4.8	2.0	5.1	
29	Soi Chat/Trat	14	27+27	199.30	199.68	3.0	4.5	3.2	
30	Ban Nghien	207	21+21+21	97.55	95.73	2.4	5.0	2.5	
31	Trinh	244	27+27+27	100.40	97.23	2.2	5.0	2.3	Na Hangダム考慮
32	Na Nham	717	33+33+33	96.05	92.88	3.0	8.0	3.5	Na Hangダム考慮
33	Sung	22	33-	49.70	50.69	1.9	4.5	1.9	
36	Na Lan	76	54-	195.76	197.15	3.3	6.0	3.7	
37	Ta Lang	58	18+18+18	298.57	298.63	3.6	1.5	3.5	
38	Suoi Dau	104	27+27:掘削	31.55	32.79	3.4	11.5	4.2	河床整形の場合
39	Diec	69	24+24	21.55	23.20	3.3	3.5	3.5	
40	Lien Hiep	31	33-	38.82	38.97	3.3	4.0	3.6	
42	Pac Nam(B.C.)	188	21+21	38.60	39.99	3.3	3.5	3.5	
43	Khuoi Nung	60	33-	35.80	36.15	3.5	2.0	3.5	
44	Nga Ba	104	21+21	43.90	44.40	3.0	2.0	2.9	
46	Don Phong	249	24+24+27	45.84	48.39	3.5	5.0	3.9	
47	Quang Chu	1350	33+33+33	53.41	52.90	3.8	9.0	4.6	
48	Dong May	497	27+27+27	47.10	46.28	3.8	7.5	4.5	
49	Binh Long	1240	33+33+33	51.84	51.80	4.7	8.0	5.8	
50	Ban Xac	13	21+21+21	41.06	41.54	0.8	3.5	0.7	
52	Keo Ai	14	33-	42.22	42.56	2.3	4.0	2.3	

<sup>3</sup> Nguyen Xuan Truc and Nguyen Huu Khai,1982

## 2-2-2-2 地形・地質・地震

### (1) 地形概要

ベトナム北部地域の地形は、大まかに次の3つに大別される。

- a) ハノイ周辺の紅河デルタ・丘陵
- b) デルタより放射上に広がる、ザム河、ロー河、紅河、ダー河等の河川とその支流沿いに広がる河谷平野と丘陵
- c) 北部～西部の山岳地と山地に形成された谷底平野

このうち、今次調査対象である9省は、北部～西部の山地に位置し、紅河を境に山地高度が高く急峻で平野部の少ない南西部（Son La 省、Dien Bien 省、Lai Chau 省、Yen Bai 省、Lao Cai 省）と、山地高度が比較的低く、河谷平野が発達している東北部（Tuyen Quang 省、Ha Giang 省、Bac Kan 省、Cao Bang 省）に区分される。

### (2) 地質概要

ベトナム北部地域の地質は、西北～東南方向の明瞭な構造で支配され、特に、紅河沿いはレッドリバー断層と呼ばれる、顕著な構造線が存在している。この構造線の西部は、ヒマラヤ前縁部の構造線につながっていると考えられている。

ベトナム北部地域地質概念図を、図 2.2.2.2 に示す。

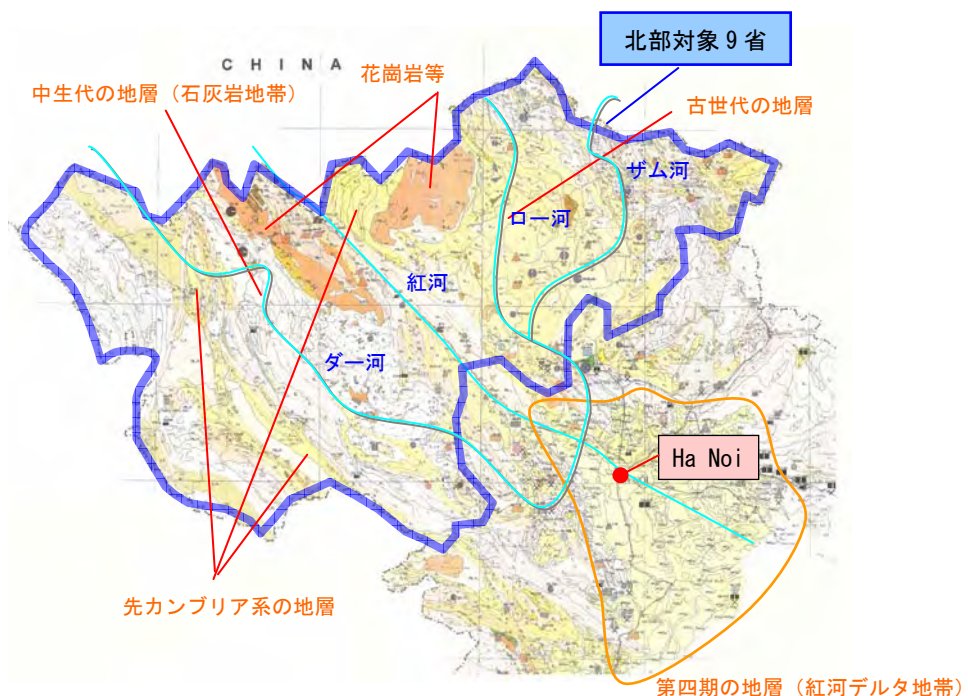


図 2.2.2.2 ベトナム北部地域地質概念図

図 2.2.2.2 に示すように、ベトナム北部の山地は、紅河本流沿いに分布する先カンブリア系堆積岩を基盤とし、その上部に粘板岩、砂岩などの古生界の堆積岩、そして石灰岩を主体とする中世界の堆積岩が分布している。また、一部の谷底平野には第四系の未固結の砂質土、粘性土が分布している。

### (3) 地震概要

インドシナ半島の南に位置する「ベトナム南部」は環太平洋地震帯の西端の地震空白帯に位置する。国際地震センターの資料に依ればベトナム中部及び南部と近隣諸国（カンボジア、ラオス南部、タイ、マレーシア）での地震の記録は無い。

また、世界の被害地震の表（宇津徳治 -1990-）に依れば同様に有史以来、被害地震の記録は上記の地域では無い。

一方、インドシナ半島の北に位置する「ベトナム北部」 Dien Bien 省の Dien Bien Phu では、以下の被害地震が記録されている。

1935 年	マグニチュード 6.75	震央近傍震度 8~9 <sup>(1)</sup>
1983 年	マグニチュード 6.70	震央近傍震度 8~9 <sup>(1)</sup>
2001 年 2 月	マグニチュード 5.3	震央近傍震度 6~7 <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> MKS64---ロシア圏での震度階級

これらの状況を以下の 5 葉の図に示す。

図 2.2.2.3 ベトナム北部で近年発生した地震地域

図 2.2.2.4 世界の地震分布図 (M > 4.0 深さ 100 km 以上 1975~1994)

図 2.2.2.5 世界の地震分布図 (M > 4.0 深さ 100 km 以下 1975~1994)

図 2.2.2.6 世界の被害地震分布図 (被害地震及び M > 7.5 の地震 -1990-)

図 2.2.2.7 ベトナム震央分布図及び震央期待値分布図

このような状況から、本プロジェクトの対象地域においては、設計に際して地震力を考慮する必要がある。「ベ」国科学技術院所属の地球物理院 (Institute of Geophysics) 作成の地震ゾーニングマップ (図 2-3-6) によると、紅河沿いのゾーンでは、最大マグニチュード 6.1~6.5、震央での最大震度 8 (MKS-64) 程度が期待値とされている。この震度は、気象庁震度階では、震度 4 と震度 5 の中間程度にあたるものである。

Wednesday February 21, 2001

### Điện Biên Phủ Valley suffers worst earthquake in a decade

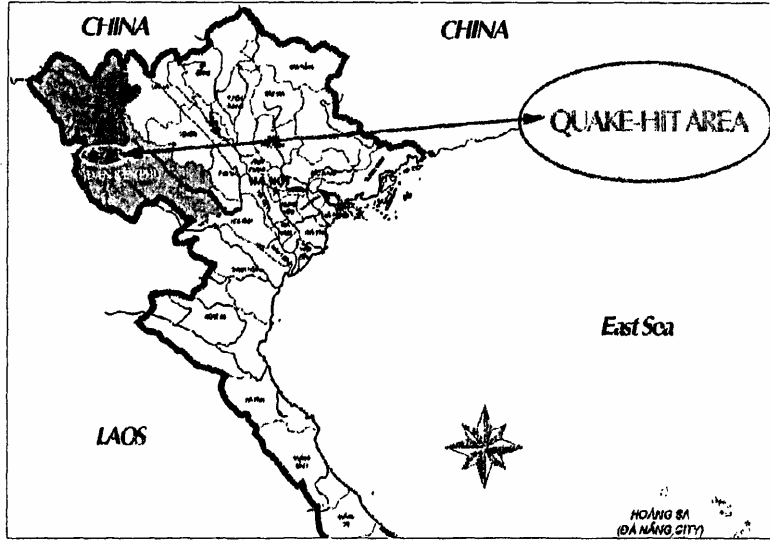


図 2.2.2.3 ベトナム北部で近年発生した地震地域 (Vietnam News. 2001, 02, 21)

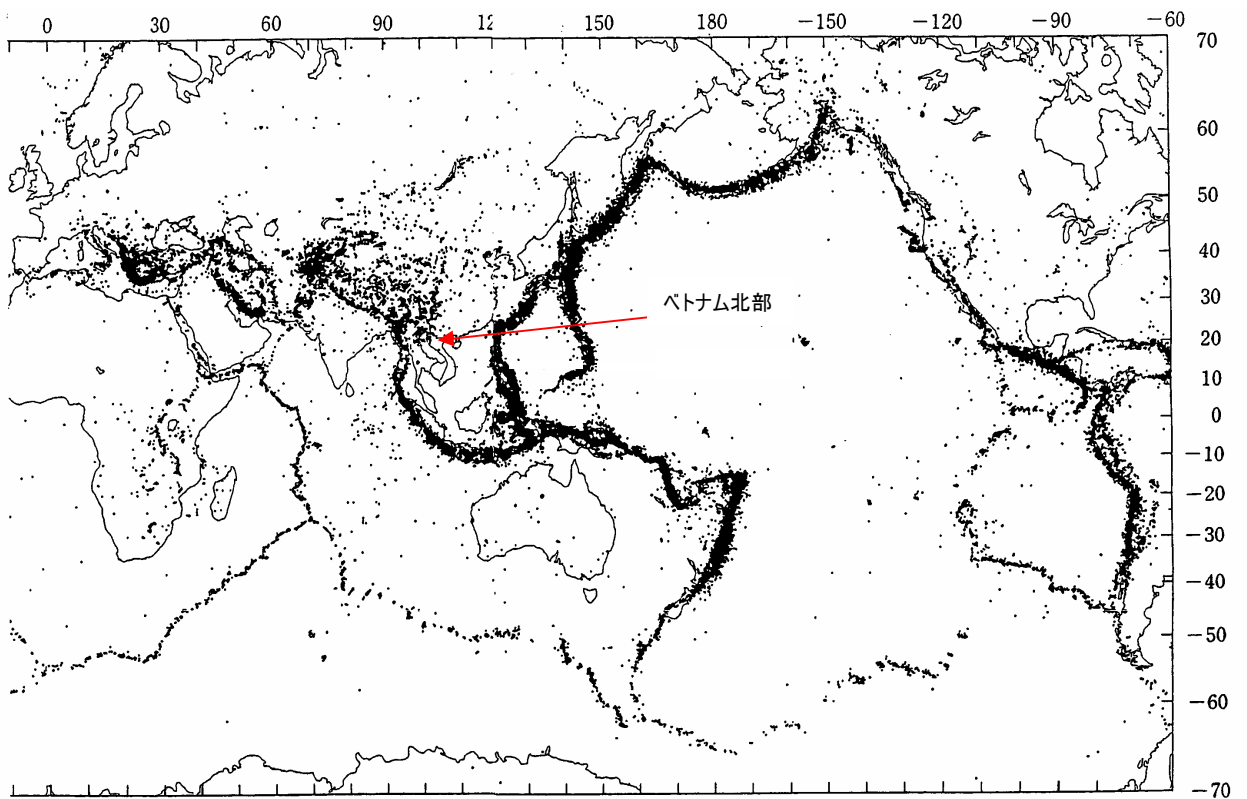


図 2.2.2.4 世界の地震分布図 ( $M \geq 4.0$  深さ 100km 以浅 1975~1994)

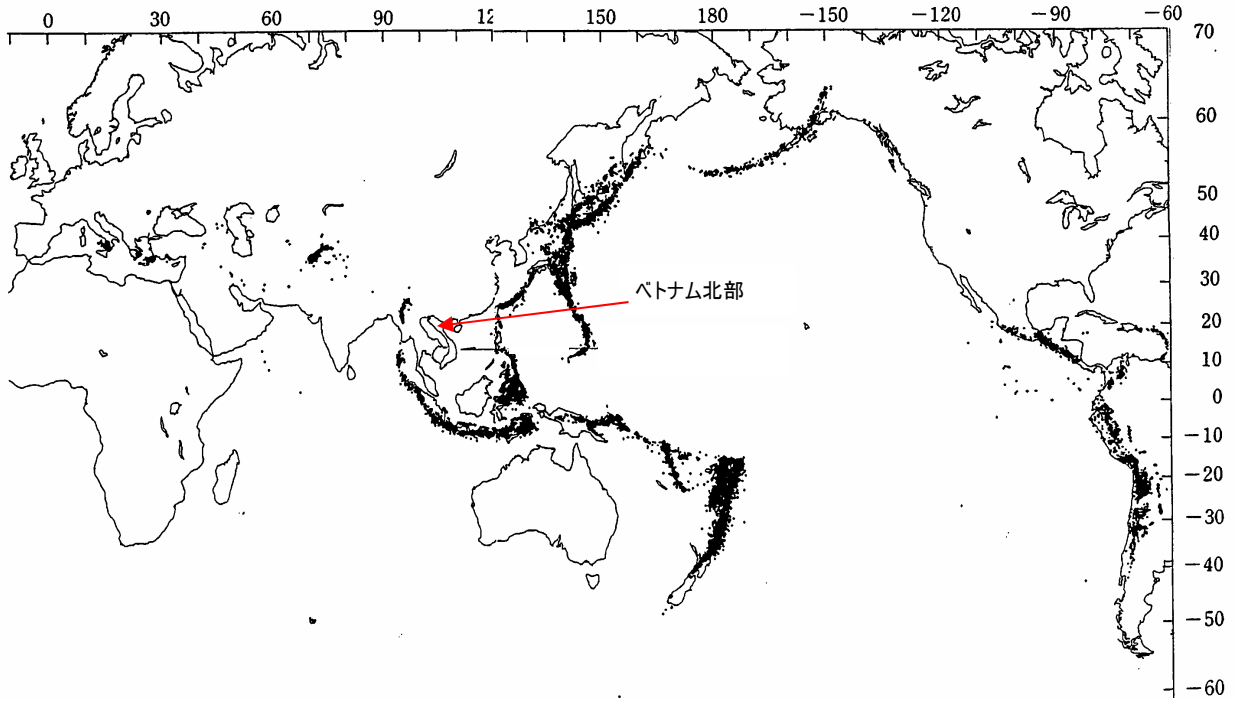
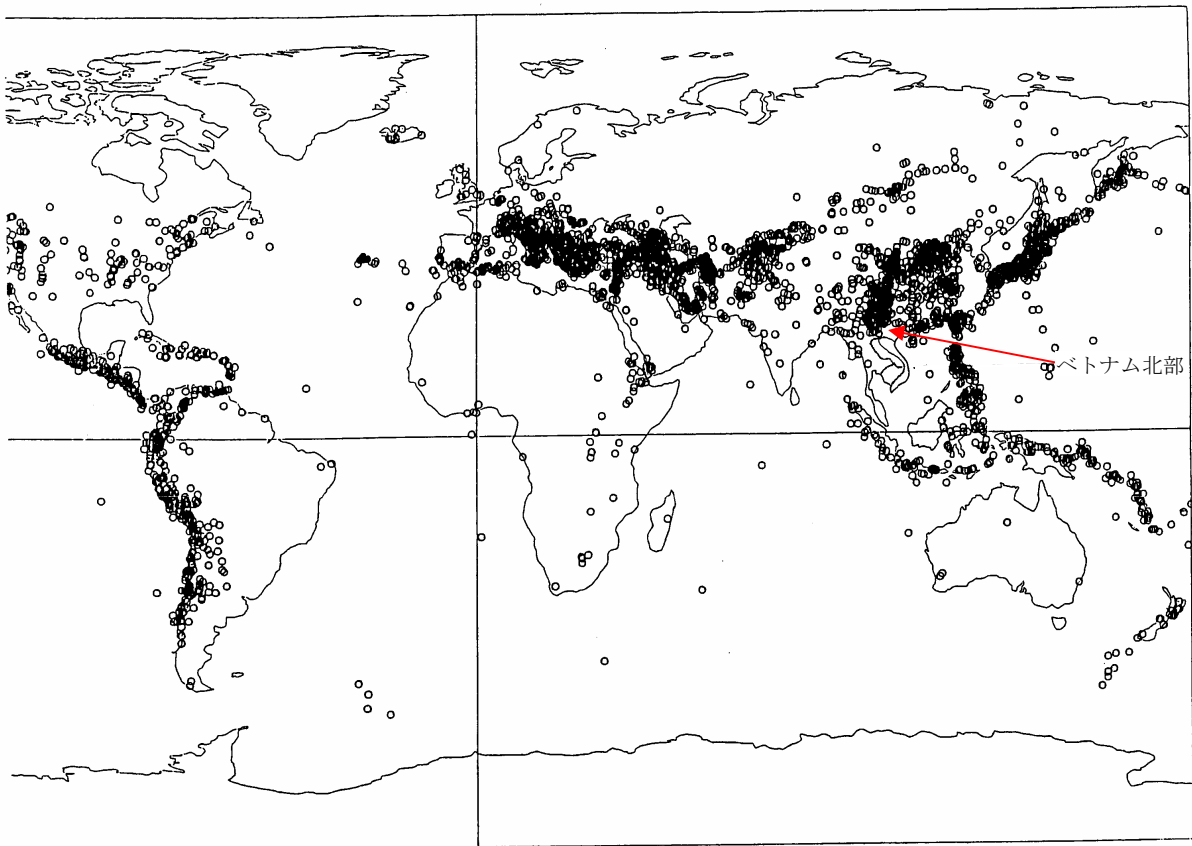


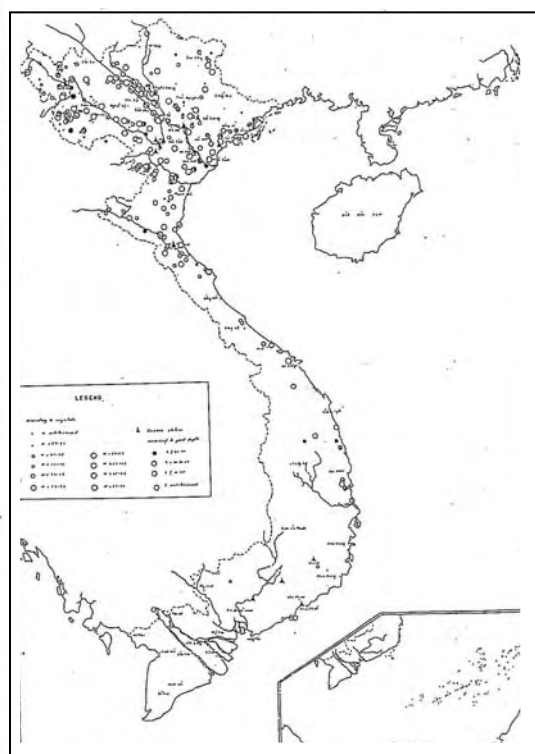
図 2.2.2.5 世界の地震分布図 ( $M \geq 4.0$  深さ 100km 以深 1975~1994)



世界の被害地震の表(宇津徳治 -1990-)

図 2.2.2.6 世界の被害地震分布図 (被害地震及び  $M > 7.5$  の地震 -1990- )

震央分布図



震央期待値分布図

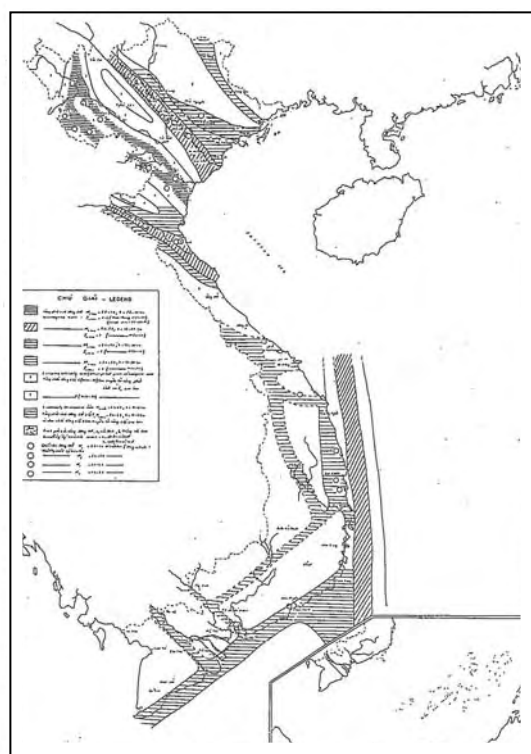


図 2.2.2.7 ベトナム震央分布図及び震央期待値分布図

#### (4) 地質調査の目的と概要

ベトナム北部9省で要請された52橋梁のうち、第1次現地調査結果に基づき資材調達型43橋梁が詳細調査対象橋梁として選定された。日本側の地質調査は、これらの橋梁群の橋脚部（橋台部については、「ベ」国側が実施）について、機械ボーリング調査、標準貫入試験、不覚乱資料採取、室内土質試験（物理試験及び力学試験）を実施するものである。

地質調査は、基本的に「ベ」国側が実施する下部工の基本設計に必要なデータを得るために行うものである。ただし、このうち橋脚部の地質情報については、「ベ」国側が下部工の詳細設計に進む前に、日本側によって実施される「下部工の耐震安定性照査」においても基礎的なデータとなることから、日本側が調査を分担することとした。

日本側による機械ボーリング調査は、対象橋梁の全橋脚において1ヶ所ずつ実施している。支持層は、岩盤で3m以上、土砂地盤では5m以上確認した。ボーリング柱状図を巻末の「資料8-5 地質調査結果」に示す。また、機械ボーリング調査結果のまとめと、調査結果から想定される基礎形式を、表2.2.2.4に示す。

表 2.2.2.4 機械ボーリング調査結果のまとめ

橋梁番号	橋梁名	橋脚番号	調査深度(m)	支持層までの深度(m)	支持層名	支持層N値	基礎形式	備考
<b>Son La</b>								
2	Ban Sai	P1	17.0	3.6	砂岩		直接基礎	
3	Ban Tum	P1	18.0	5.0	砂岩		直接基礎	
		P2	17.5	4.5	砂岩		直接基礎	
5	Na Tra	P1	15.0	5.5	砂岩		直接基礎	
<b>Dien Bien</b>								
7	Na Phat	P1	20.0	3.5	頁岩		直接基礎	
		P2	19.0	0.5	頁岩		直接基礎	
8	Pa Bat	P1	14.0	0.3	片麻岩		直接基礎	
		P2	16.8	0.5	片麻岩		直接基礎	
9	Su Lu	P1	20.0	12.0	片麻岩		杭基礎	現場打ち
		P2	25.0	18.6	片麻岩		杭基礎	現場打ち
10	Ban Bung	P1	20.0	6.0	砂礫層	30以上	直接基礎	
11	Pac Nam (DB)	P1	16.0	2.1	片麻岩		直接基礎	
<b>Lai Chau</b>								
14	Nam Puc	P1	19.0	4.0	頁岩		直接基礎	
		P2	18.9	6.5	頁岩		直接基礎	
16	Nam Ham	P1	19.2	4.5	頁岩		直接基礎	
17	Nam Cum	P1	17.8	1.5	頁岩		直接基礎	
		P2	18.1	5.0	頁岩		直接基礎	
<b>Yen Bai</b>								
18	Ngoi Thap	P1	20.0	9.5	礫層	30以上	直接基礎	
20	Lao Chai	P1	13.1	3.8	礫層	50以上	直接基礎	
		A1a	17.0	8.0	粘土岩	50以上	直接基礎	
		A2a	5.0	1.5	粘土岩		直接基礎	
21	Pu Trang	P1	27.1	1.2	礫層	50以上	直接基礎	
		P2	25.5	0.4	礫層	50以上	直接基礎	
22	Ta Tiu	P1	31.1	0.0	礫層	50以上	直接基礎	
		P2	32.6	0.0	礫層	50以上	直接基礎	
23	Ben Cao	P1	13.5	3.0	礫層	30以上	直接基礎	
		P2	16.0	2.5	礫層	40以上	直接基礎	
<b>Lao Cai</b>								
25	Thanh Phu	P1	11.80	2.0	礫層	50以上	直接基礎	
		P2	12.20	2.3	礫層	50以上	直接基礎	
26	Ban Xeo	P1	15.00	10.2	砂岩		直接基礎	
		P2	10.50	2.0	砂礫層	30以上	直接基礎	
27	Muong Hum 2	P1	11.40	2.0	礫層	30以上	直接基礎	
		P2	15.20	1.0	礫層	50以上	直接基礎	
29	Soi Chat	P1	16.00	6.2	砂岩		直接基礎	
<b>Tuyen Quang</b>								
30	Ban Nghien	P1	11.3	2.8	粘土頁岩		直接基礎	
		P2	11.2	3.1	粘土頁岩		直接基礎	
31	Trinh	P1	18.7	5.2	粘土頁岩	30以上	直接基礎	
		P2	18.5	5.2	粘土頁岩	30以上	直接基礎	
32	Na Nham	P1	12.2	3.5	粗粒砂層	30以上	直接基礎	
		P2	12.6	4.5	粗粒砂層	40以上	直接基礎	
<b>Ha Giang</b>								
36	Na Lan	P1	6.1	3.1	石灰岩		直接基礎	
		A1a	9.0	4.0	雲母片岩		直接基礎	
		A2a	12.0	7.0	雲母片岩		直接基礎	
37	Ta Lang	P1	19.4	9.9	石灰岩		杭基礎	現場打ち
		P2	18.0	9.1	石灰岩		杭基礎	現場打ち
38	Suoi Dau	P1	3.0	0.0	石灰岩		直接基礎	
39	Diec	P1	23.8	15.8	砂礫層	30以上	直接基礎	
<b>Bac Can</b>								
42	Pac Nam (BC)	P1	19.5	11.3	石灰岩		直接基礎	
44	Nga Ba	P1	5.7	2.7	石灰岩		直接基礎	
46	Don Phong	P1	9.3	5.0	砂礫層	30以上	直接基礎	
		P2	6.5	3.5	石灰岩		杭基礎	現場打ち
<b>Cao Bang</b>								
47	Quang Chu	P1	24.5	21.5	粘土岩		杭基礎	現場打ち
		P2	6.0	0.0	粘土岩		直接基礎	
48	Dong May	P1	10.5	7.5	粘土岩		直接基礎	
		P2	7.3	4.3	粘土岩		直接基礎	
49	Binh Long	P1	12.0	1.6	砂層	50以上	直接基礎	
		P2	17.0	7.6	砂層	50以上	直接基礎	
50	Ban Sac	P1	6.5	3.5	石灰石		直接基礎	
		P2	9.0	4.0	石灰石		直接基礎	



調査対象地点の地形・地質の状況は、概ね以下のいずれかに分類できる。

#### <河谷部>

河川中心には、未固結の砂、粘性土が堆積しているものの、両岸は岩盤、段丘堆積物などの比較的硬質な地盤が分布する箇所が多い。

#### <谷底平野>

山間部の谷部に形成された小規模な平野のことで、両側に山が迫っている。平野の堆積物は未固結の砂、粘性土で構成されている。また、河川中心部においても未固結の砂、粘性土が分布する箇所もあるが、それらの厚さは薄く、河床に岩盤が露出している箇所も多い。

機械ボーリング調査の結果、紅河南西部の Son La 省、Dien Bien 省、Lai Chau 省では堆積土砂層厚が薄く、ほぼ地表から 5m 以内において、基礎地盤となりうる岩盤（砂岩、頁岩または片麻岩）が確認されている。扇状地形においては玉石（ $\phi=5\sim 20\text{cm}$ ）混じりの堆積土の層が厚くなっている。このような場所においてはコンクリート杭の打設が困難なことから、現場打ち杭基礎となる。

紅河沿いの Tuyen Quang 省、Yen Bai 省、Lao Cai 省では、礫または砂礫層の堆積土の層が比較的厚く、N 値も比較的浅い位置において 30 以上となっている。このことからほぼ全橋において、直接基礎が可能である。

紅河東部の Ha Giang 省、Bac Kan 省、Cao Bang 省では、石灰岩、粘土岩が浅い位置にあり、このような場所においては直接基礎となるが、扇状地形においては玉石（ $\phi=5\sim 20\text{cm}$ ）混じりの堆積土の層が厚くなっている。そのような場所においてはコンクリート杭の打設が困難なことから、現場打ち杭基礎となる。

## 2-2-3 その他

### 2-2-3-1 交通量調査

#### (1) 調査目的

交通量調査は、第 1 次現地調査において各省が質問票に記入した要請橋梁サイトにおける車種別日当たり交通量の妥当性を確認し、「ベ」国基準における道路等級の判定、及び適切な幅員の設定を行うことを目的として実施した。

調査は、詳細調査対象橋梁のうち、幅員 5.5m 以上として設定した、比較的交通量の多い橋梁サイトにおいてのみ実施した。これは、調査団の実測による交通量が、質問票に記された交通量よりも著しく少ない場合、幅員を小さくする可能性を含めるためである。

一方、幅員 4.5m に設定した橋梁については、比較的交通量の小さいサイトであり、あらためて調査団により実測する必要はないと判断し、各省の道路局（PDOT）に対して、質問票に記された交通量に誤りがないかどうかを再確認するに止めた。

## (2) 調査条件と方法

交通量調査は、第 2 次現地調査期間中に、以下の条件と方法に基づき行った。

- 1) 調査対象橋梁 : 詳細調査対象橋梁のうち、幅員 5.5m 以上として設定した 21 橋梁サイト
- 2) 調査時間帯 : 6:00～18:00（12 時間）
- 3) 調査対象（9 種） : 乗用車（Passengers Car）  
軽トラック 2 軸（Light Truck ; 2 axes）  
重トラック 3 軸（Heavy Truck ; 3 axes）  
トレーラ（Trailer ; 4 axes or more）  
ミニバス（Mini Bus）  
バス（Bus）  
トラクタ、動物による牽引車（Trantor and Animal Cart）  
モーターバイク（Motorcycle）  
歩行者および自転車（Pedestrian & Bicycle）

### 4) ベトナム道路等級 :

道路等級と設計速度（「ベ」国道路基準 22-TCN-273-01）

道路等級		Expressway	I	II	III	IV	
平均日交通量 (PCU 換算)		>25,000	15,000～ 25,000	6,000～ 15,000	1,000～ 6,000	200～ 1,000	<200 1 lane
設計速度 (km/hr)	平坦部	120-100	110-100	100-80	80-60	60-40	
	丘陵部	100-80	90-80	80-60	60-40	40-30	
	山岳部	80-60	70-60	60-40	50-30	30-20	

## (3) 調査結果

調査結果を表 2.2.3.1 に示す。

第 1 次現地調査における質問票の回答書（巻末の「資料 8-2 質問票に対する各省の回答書」参照）に記された交通量は、表 2.2.3.1 より、概ね妥当であったと判断される。ただし、今回の調査は雨期に実施したため、交通量調査当日に車両の渡河が出来なかった橋梁があり（No.48、No.49）、これらのサイトについては、両者の結果を単純には比較はできない点に留意する必要がある。

表 2.2.3.1 交通量調査結果

省名	橋梁 No.	橋梁名	調査実施機関	調査月日 (2006年)	乗用車	軽トラック (2軸)	重トラック (3軸)	トレーラ (4軸超)	ミニバス	バス	トラクタ/ カート	モーター バイク	自転車/ 歩行者	PCU 換算値
		PCU換算係数			1.0	2.0	2.5	3.0	2.0	3.0	0.3	0.3	0.1	
Dien Bien	8	Pa Bat	省DOT	3月	2	8	8	0	0	0	0	500	0	188
			調査団	6月5日	0	9	6	0	0	0	0	471	50	179
	9	Su Lu	省DOT	3月	4	9	13	0	0	0	0	500	0	205
			調査団	6月5日	0	10	14	0	0	0	5	695	101	275
	10	Ban Bung	省DOT	3月	0	0	0	0	0	0	0	500	0	150
			調査団	6月5日	0	0	0	0	0	0	0	522	118	168
Yen Bai	18	Ngoi Thap	省DOT	3月	0	31	20	0	0	0	0	200	0	172
			調査団	6月14日	0	30	24	0	0	0	0	222	127	199
	21	Pu Trang	省DOT	3月	0	0	0	0	0	0	0	250	0	75
			調査団	6月14日	0	0	0	0	0	0	0	266	159	96
	22	Ta Tiu	省DOT	3月	0	20	10	0	0	0	0	300	0	155
			調査団	6月14日	0	24	14	0	0	0	0	326	233	204
23	Ben Cao	省DOT	3月	0	0	0	0	0	0	0	350	0	105	
		調査団	6月14日	0	0	0	0	0	0	0	329	276	126	
Lao Cai	25	Thanh Phu	省DOT	3月	0	27	22	0	0	0	0	450	570	301
			調査団	6月9日	0	31	26	0	0	0	0	393	373	282
	26	Ban Xeo	省DOT	3月	5	45	28	0	0	0	0	600	570	402
			調査団	6月9日	10	43	31	0	4	0	0	387	379	336
	27	Muong Hum 2	省DOT	3月	5	42	30	0	0	0	0	400	675	352
			調査団	6月9日	6	34	26	0	0	0	0	338	325	273
Tuyen Quang	31	Trinh	省DOT	3月	0	0	0	0	0	0	0	300	0	90
			調査団	6月17日	0	0	0	0	0	0	0	395	335	152
	32	Na Nham	省DOT	3月	0	0	0	0	0	0	0	300	0	90
			調査団	6月17日	6	5	0	0	0	0	0	436	430	190
	33	Sung	省DOT	3月	0	0	0	0	0	0	0	380	0	114
			調査団	6月17日	0	0	0	0	0	0	0	297	275	117
Bac Can	42	Pac Nam (BC)	省DOT	3月	0	50	50	0	0	0	15	250	120	317
			調査団	6月23日	0	28	26	0	0	0	11	198	96	193
	43	Khuoi Nung	省DOT	3月	0	50	50	0	0	0	13	171	125	230
			調査団	6月23日	0	41	32	0	0	0	13	171	125	230
	44	Nga Ba	省DOT	3月	0	50	50	0	0	0	15	250	120	317
			調査団	6月23日	0	37	29	0	0	0	20	215	116	229
46	Don Phong	省DOT	3月	0	60	45	0	0	0	85	1000	1500	708	
		調査団	6月23日	0	42	32	0	0	0	37	492	598	383	
47	Quang Chu	省DOT	3月	0	70	50	0	0	0	90	350	600	457	
		調査団	6月21日	0	44	41	0	0	0	62	303	471	347	
Cao Bang	48	Dong May	省DOT	3月	0	20	12	0	0	0	120	200	400	206
			調査団	6月28日	0	0	0	0	0	0	0	193	351	93
	49	Binh Long	省DOT	3月	100	310	230	0	4	2	98	1000	700	1,708
			調査団	6月28日	0	0	0	0	0	0	0	242	352	108
	50	Ban Sac	省DOT	3月	20	38	22	0	0	0	52	290	520	306
			調査団	6月28日	19	24	16	0	0	0	34	216	421	224

Cao Bang 省 No. 48 Dong May 橋 河床渡河地点



Cao Bang 省 No. 49 Binh Long 橋 河床渡河地点



## 2-2-3-2 環境社会配慮調査

### (1) 北部山岳地域の社会環境特性

#### 1) 少数民族

##### a) 北部山岳地域の少数民族

「ベ」国は、54 グループの民族で構成されている。そのグループの一つであるキン族（ヴェト族）が全人口の 85.65% を占めており、残りの 53 グループ、全人口の 14.35 % が少数民族である。本調査対象の北部山岳 9 省は、少数民族の比率が全国でもとくに高い地域であり、人口の 50% 以上が少数民族で占められている。このうち少数民族が人口の 80% を超える省は 4 省あって、Cao Bang 省: 96.07%、Ha Giang 省: 88.83%、Son La 省: 81.99%、Lai Chau 省: 80.64% となっている。

「ベ」国北部山岳地域から、ラオス、中国の国境地帯にかけて居住している主要な少数民族グループは、タイ族 (Tai, Thai)、タイ族 (Tay, Tho)、モン族 (Hmong, Meo または Miao)、ムオン族 (Muong, Mol) 及びヌン族 (Nung) である。巻末の「資料 8-6 環境社会配慮調査結果」に、北部山岳 9 省に居住する少数民族グループのリストと、「ベ」国北部の少数民族分布を示す。

##### b) 少数民族の特性

「ベ」国の少数民族は、一般に、国境付近の山岳部・高地など、豊かな自然環境に恵まれた地域に分散居住していることが多い。とくに、異なる民族グループが互いに近接して居住している点が、「ベ」国の少数民族の特徴である。しかしながら、これらの少数民族の居住地域は、社会インフラの整備が遅れ、粗放的農業と低い農業生産性が見られる地域でもあり、社会・経済の発展が遅れ、教育基盤・知識・情報の取得機会に限界を生じている。一部には、いまだに古くからの焼き畑農業に生活を依存し、最低限の自給自足生活を行っている地域がある。

#### 2) 生活様式

少数民族の生活共同体は、祖先からの伝統を受け継ぎ、個々の民族の特徴を持った、多様で豊かな文化を保ち続けている。少数民族グループはそれぞれの言語系統を持ち、習慣、衣装、住居建築など、伝統的な日常生活文化を共有している。一部の地域では焼き畑農業により山林の自然破壊と荒廃が進み、大きな環境破壊問題となっている。政府はこれら対象地域の民族に対し、定住農業や栽培農産物の指導を行う一方、焼き畑を禁止しており、各省、各郡の行政機関、人民委員会 (People's Committee) が、これらの施策を推進している。

僻地部の集落では、少数民族の女性は伝統的衣装を着用しているが、男性は現代風の日常衣装であることが多い。子供は初等教育で国語としての「ベ」国語を学習するが、殆

どの少数民族の子供は、同時に各民族言語も学習している。図 2.2.3.1 に代表的少数民族の伝統的衣装を示す。



図 2.2.3.1 代表的少数民族の伝統的な衣装

### 3) 貧困

北部山岳地域における少数民族の社会経済状況は、発展・改善されてはいるが、近年の「ベ」国全体の経済発展に比べれば、かなり低い水準にある。これらの地域では、学校教育の普及にも関わらず、早婚・多産・早逝の傾向が続き、とくに低地における住民との間の所得ギャップ、物質的・社会的な生活面のギャップが埋まらない状況にある。

「ベ」国政府は、山岳地域に住む少数民族が、低地における住民の生活レベルに到達するべく、様々な施策を遂行している。これらの施策には、山岳地域住民の健康管理の実施、衛生管理センターの配置、マラリアの撲滅、初等教育の無料化、定地農業・定住化の推進、少数民族言語の表記文字支援、伝統文化の学習・振興・発展への支援がある。

若年層に対して、これら施策の効果が上がる一方で、民族文化の固有性と僻地性のため、国語（ベトナム語）を習得する機会がなかった既に就業年齢に達している人々においては、意思疎通の困難さから、国の農業改善施策等の恩恵を受けられる機会を逸してしまう傾向がある。また、交通システムが未発達の状態にある山岳地帯では、農産物、生活物資の輸送がままならず、市場経済に組み込まれることを阻害している。さらに、山岳地帯は、一般的に農業資源が貧弱で土壌層は薄く肥沃性に欠け、表面浸食を受け易い、平地に比べて低気温で穀物の生産性が低く農産物は 1 期作に留まる、という資源面と環境面からの制約がある。

#### (2) 初期環境調査（IEE）のレビュー結果

初期環境調査（IEE）は、本プロジェクトの対象となった山岳エリア 9 省の 52 橋梁サイトについて、実施機関である PMU18 が 2005 年に行い、2005 年 11 月に IEE 報告書として取りまとめられた。

PMU18 による IEE の調査項目は、各橋梁の位置、立地環境の記述（概要、右岸環境状況、

左岸環境状況)、社会環境(14項目)、自然環境(5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微少であるもの、としている。

要請52橋梁の社会環境については、14項目中、評価Aの該当項目は無い。評価Bは3項目で、一部の橋梁において、a)土地取得(土地利用、資源利用)、b)地域経済(雇用就業、生活)c)地域の利害軋轢に負の影響がある、としている。これは、田畑・家屋の用地収用が必要であったり、魚類を捕獲して生計を立てる住民が、橋梁建設時に損害を受けたりする可能性を評価したものであるが、地域経済、地域の利害軋轢については、負の影響と同時に、橋梁建設後のアクセスの改善による正の影響もあるとしている。他の9項目は、要請52橋梁の評価はすべてCである。このうち、非自発的住民移転(Involuntary resettlement)について、No.19 Ngoi That 橋(本橋は優先順位が低く、詳細調査対象橋梁に選定されていない)を除くすべての橋梁について、評価Cとされていることは注目される。住民移転が必要となる橋梁サイトは、次ページの「社会環境調査結果」の項に示すように、詳細調査対象橋梁43橋のうち8橋あるが、「ベ」国側としては、ステークホルダーミーティングにおいて、すでに住民の合意が得られていることからC評価したものである。

自然環境についての5項目では、a)地形・土壌の浸食の項目において、河川堤防や取付道路法面の浸食の可能性のあるサイトについて評価Bとし、適切な防護が必要であるとしている。その他の項目については、52橋すべて評価Cであり、問題ないとされている。

公害についての9項目のうち評価Bは2項目で、a)水質の項目では工事中に影響が出る恐れがあるとし、適切な緩和策を提示している。b)騒音と振動の項目では、近接の住居への影響があるとし、騒音対策を提示している。他の7項目は52橋すべて評価Cとしている。PMU18の実施したIEEの調査項目については「資料8-6 環境社会配慮調査結果」に示す。

2005月下旬から12月初旬に、要請52橋梁について各省内の郡(District)、村(Commune)単位でパブリックコンサルテーションとしてのステークホルダーミーティングが開催されている。このミーティング記録には、「資料8-6 環境社会配慮調査結果」に示すように、開催日、開催内容、参加者—事業実施機関(PMU18)、省交通局(PDOT)、郡人民委員会(District PC)代表、村人民委員会(Commune PC)代表、郡少数民族代表、橋梁対象の周辺住民代表(集落代表、婦人会・農業組合・高齢者会の代表)、運輸環境保護コンサルタントセンター代表—及び事業内容(事業の規模、対象位置、実施時期)等が記述されている。このミーティング記録より、各要請橋梁の周辺住民は、主催者側の事業内容をよく理解し橋梁整備に対する待望が極めて大きいこと、用地収用、住民移転に関して大多数が十分な理解を示していること、がわかる。住民からの意見として、工事期間中の負の環境影響、すなわち騒音、ゴミ、交通安全等について質問があったケースでは、実施機関で

ある PMU18 から、これら負の環境影響に対しては適切な対応をとること、さらに、用地収用、住民移転に関しては、国の現行施策に基づいた補償が得られることが説明されている。

### (3) 負の影響が比較的大きいと考えられる橋梁サイトの社会環境調査結果と緩和策

第 1 次調査の結果を踏まえ、第 2 次現地調査では、詳細調査対象橋梁を 43 橋に絞り込んだ。これら 43 橋梁サイトに付いて、「ベ」国側 F/S の橋梁配置一般図（案）における家屋配置と橋梁・取付道路の計画位置から、とくに住民移転に関わる影響が大きいと考慮される箇所を焦点を当て、8 橋梁サイトを社会環境調査の対象とした。調査では、橋梁及び取付道路配置の影響を受ける土地利用者、家屋等の保有者、とくに移転を求められる住民に対するヒアリング、及び郡の行政代表者、村の代表者、PDOT 代表者へのヒアリングを行った。

#### 1) 社会環境調査結果

調査対象の 8 橋梁サイトにおける影響家屋数、居住民族名、移転合意の状況を表 2.2.3.2 に示す（詳細調査内容は、「資料 8-6 環境社会配慮調査結果」参照、同資料では、右岸、左岸別に収用予定地の土地利用、移転対象戸数、住民・地区住民の民族を示している）。

表 2.2.3.2 環境影響が比較的大きい 8 サイトの概要

省名	橋梁 No. 橋梁名		影響家屋数		主な住民 (民族)	移転	摘要
			全体的	部分的			
Son La	No.2	Ban Sai	2	0	Thai	合意済	
	No.6	Ban Pang	5	3	Thai, Muong	合意済	
Dien Bien	No.9	Su Lu	2	1	Mong, Thai	合意済	
	No.10	Ban Bung	4	1	Mong	合意済	
Yen Bai	No.20	Lao Chai	3	4	Mong, Khin	合意済	
	No.22	Ta Tiu	3	0	Thai	合意済	
Bac Can	No.46	Don Phong	1	0	Tay	合意済	インガ窯
Cao Bang	No.49	Binh Long	1	0	Tay	合意済	

注：No.9 の橋梁サイト右岸には現在、約 30 の仮設店舗（小売り商業市場を形成）が存在しているが、郡（District）は近接エリアに公設市場を既に建設し、橋梁工事開始と共に移転できる状態としている。郡、郡人民委員会（District PC）、村人民委員会（Commune PC）及び商店主（全て Khin 族）で合意済みである。（郡、地区 PC、コンミュン PC との合同現地ミーティングで確認済、また商店主とのヒアリングによっても確認済）。このため表には右岸の移転戸数を計上していない。

「ベ」国の用地収用手順では、はじめに、土地利用形態（農地、耕作物等）により各村人民委員会（Commune PC）、郡人民委員会（District PC）が標準査定を行う。つぎに、この標準査定結果をもとに、各省の財務局（DOF）が、政府の補償基準に基づき、補償評価を行う。さらに、政府の財務省（MOF）がこの補償評価を受けて、補償金額を決定する。同様の手順で移転住民の補償もなされている。とくに少数民族居住地域での不公平

は見られず、このような地域での補償は、比較的順調に進められることが多い。

その他の環境項目で「負の影響」として挙げられる水質汚染、騒音・振動等の問題は、対象とするサイトでの工事中の環境管理、あるいは居住地付近での工事管理で対応すべき内容である。

## 2) 緩和策

### 社会環境項目

用地収用に関しては、現状の土地利用の内容を、村人民委員会、郡人民委員会が十分に把握し、市場価値に対応した補償額を評価する必要がある。そのためには、直接影響を受ける住人（PAPs）との十分な事前協議と、可能な代替地の提供も考慮した手順が必要となる。

とくに住民移転に関しては、家屋等の移転補償について、国の家屋等補償評価基準（構造形式、屋根仕様、面積、築年数、仮設等による）を十分に反映させ、また地域の市場価格を反映させたものとする必要がある。さらに、橋梁完成後の周辺土地利用に関わる利害関係をも考慮することも重要となる。また、実施機関である PMU18 は、これら補償に関わる内容について、PAPs からの苦情や不平に対応処理するシステム（Consultancy and Grievance Redress System）を用意する必要がある。

### 公害関係項目

工事中の水質保全については、漁獲や水利用を通して地域住民の健康に与える影響を考慮する必要がある。工事用車両・機器・重機の燃料、廃油・潤滑油・建設用科学薬剤等の水系への流出防止については、保管施設の配置、管理方法・チェック体制が工事管理計画に組み込まれていること、また、工事中におけるモニタリング体制が確立されること、等が必要である。さらに、騒音・振動の影響がある居住地近接場所での工事作業時間の制限（夜間、早朝等）等についても、工事管理計画に組み込まれていることを確認する必要がある。

土工事（主として取付道路の盛土造成）による土壌浸食は、地域的な降雨特性から、工事中、施工後に発生する可能性が高い。このため、十分な締固め造成とともに、盛土表面の石張り、あるいは早期緑化（張芝、低灌木地被の植栽等）が必要である。

## (4) 「ベ」国側に対する提言

「ベ」国の環境影響評価は、初期環境調査（IEE）と環境影響評価（EIA）の2段階に分けて実施される。2005年11月に日本側に提出されたIEE報告書は、この段階ですでにステークホルダーミーティングを含む内容で構成されており、環境影響評価として、基本的な条件を満たしていると判断される。ただし、本プロジェクトの事業遂行にあたっては、適切な環境保全を前提とし、次の各項に留意して進める必要がある。



## 1) 「ベ」国の法規に基づく環境影響評価の必要性

PMU18による本プロジェクトの環境影響評価報告書(IEEステージ)は、次に示す「ベ」国の法律・法令、及びJICAガイドラインに基づいて作成されている。

- ・ 環境保護法(1994年1月10日発効)
- ・ 法令 No. 175/CP(環境保護法の実施ガイドライン、1994年10月18日発効)
- ・ 通達 No. 490/TT-MTg(事業投資の環境影響評価報告書の準備と承認に関わる環境・科学技術省ガイドライン、1998年4月29日発効)
- ・ 土木事業の計画と事業実施準備に関わる環境影響評価の手続き- 22TCN 242-98(MOT発行)
- ・ 環境社会配慮ガイドライン(JICA、2004年4月)

また、上記の「ベ」国側法律・法令に従い、事業主体となるPMU18は、環境影響評価報告書(IEEステージ)の調査結果をもとに、EIAステージの環境影響評価報告書(EIA報告書)を作成しなければならない。

EIA報告書では、IEEによりB評価された各橋梁サイトの各環境項目について、詳細な負の影響内容を記述し、その内容に対応した具体的な緩和策を提示する。さらに、これらの緩和策を実施するための環境管理計画(Environmental Management Plan:EMP)を策定し、同時にこのEMPに沿った環境モニタリング計画(Environmental Monitoring Plan)を策定してEIA報告書に記載する。

PMU18が作成するEIA報告書は、上記の通達No. 490/TT-MTgに従い、本プロジェクトの事業化決定を受けた後の2006年12月頃に「関係する政府機関」、PMU18の場合は運輸省(MOT)等に提出され、事業開始前に、天然資源環境省(MONRE)の承認を得る必要がある。

## 2) その他

本対象地域が山間の貧困地域であることから、橋梁完成後に様々な地域住民の新たな行為が予測される。とくに、橋梁の完成が、現在、ベトナムの山岳部で問題となっている森林・樹木の乱伐を加速させることが懸念される。その対策として、政府が進めている焼き畑規制と植林計画を省・郡レベルでも推進強化して乱伐による環境破壊を抑制すること、僻地部の学校教育の普及を進める中で対象地域の「植林活動」の重要性の認識を高めること、等が求められる。

森林の乱伐は土壌の浸食を促進し、生物的多様性の損失をも拡大する。このような環境と自然資源の退廃は、ベトナムの山岳地域でも、すでに多発している。たとえば、大量の樹木の減少は土壌層に悪影響を及ぼし、山地部での耕作では、穀類の生産性を維持するためには科学肥料を用いざるを得ない状況となっている。また、家畜用牧草地の縮小は、飼育可能な家畜数の減少を招き、以前では穀物栽培地の肥料分として活用された家

畜糞の減少をもたらしている。同時に山地農家が自給自足に利用していた山林生産物の供給も減少している事を認識する必要がある。

本プロジェクトで建設される橋梁は、貧困地域から病院・市場などのある郡、あるいは村（コンミューン）中心部へのアクセスを改善するものである。橋梁の建設はそのような社会施設へのアクセスを改善し、これまで雨期に市場まで持ち込めなかった商品作物の持ち込み・換金化を可能にして、貧困地域住民の現金収入機会を増やす効果があると考えられる。

しかしながら、土壌の劣化が進む山岳地域にあって、穀物生産に科学肥料を用いるようでは、高コストの作物となって市場性が低下する。したがって、山地での条件に適応する高収量の穀物品種（耐乾性の品種、低肥料要求性の品種、耐低温性の品種など）を選択するとともに、劣化した土壌を回復する適切な耕作方法を、政府機関、省等が推奨し、かつ郡、村レベルで導入を図るなどして、貧困地域における商品作物の市場価値を高めることが、現金収入機会を増加させる前提となる。

たとえば、コンター耕作（棚畑）は、土壌浸食を最小化し、物理的、科学的な土壌の肥料成分を回復させる効果がある。また、耕作地での豆科植物の連携的収穫は、土壌の肥沃化に貢献し、各方面で成功を収めている。ただし、これらの土壌回復方法は、特別な土壌条件のもと、あるいは限定された急斜面という条件のもとで対応できるものである。したがって、山岳地域の多くで土壌劣化が進んでいる現状を回復するには、それぞれの現場の状況に対応した適切な回復方法を検討することが求められる。