

第 1 章 事前調査の概要

1 - 1 要請の背景

マレーシアにおいては、過去 30 年の間、積極的に道路建設のための投資が行われた結果、道路延長は 1965 年の 15,400km から 1995 年の 64,300km と飛躍的な伸びを示しており、モータリゼーションが急速に進んでいる。マレーシア政府は、2020 年までに先進国入りするという目標のもと、さらに道路建設を進める方針である。また、政府は、道路建設及び維持管理に関する民間発注の拡大を図っている。

他方、全国に道路網を拡大するにつれ、山岳地における道路建設の必要性が高くなり、建設及び建設後の維持管理面で困難な状況が発生しており、21 人が死亡した 1995 年 6 月の Genting Bypass の地すべり事故のほか、近年、全国規模で道路法面崩壊による事故が多数発生している。道路法面崩壊による被害は、道路の完全封鎖、人命の損失、財産の損失、環境破壊など、多岐にわたるため、法面崩壊の防止の重要性が認識されており、世界銀行は、1999 年、11 路線 200 箇所の法面改善及び道路斜面の安全管理に係る調査を対象とし、約 104 百万米ドルの融資を計画しているが、具体的な実施めどは立っていない。

上記のような背景から、マレーシア政府は、1999 年 8 月、我が国に対して山岳部の道路を中心とする法面崩壊による人命と経済的な損失を防止するため、道路防災計画策定及び実施体制の整備に係る調査について、我が国の協力を得たいとし、開発調査を要請した。

日本政府は、上記要請を受け、開発調査の実施を決定し、JICA は 2000 年 7 月に事前調査団を派遣し、実施機関である公共事業省公共事業総局(JKR)と S / W を署名・交換した。

1 - 2 事前調査の目的

本開発調査の目的は、マレーシア政府の要請に基づき、マレーシアの国道を対象として道路防災管理に係る調査を実施するとともに、調査の実施を通じて、マレーシア側カウンターパートへの技術移転を行うことである。

本事前調査においては、実施細則及び協議議事録の署名交換を行うとともに、関連資料、情報を収集することを目的として調査団を派遣した。

1 - 3 調査団の構成

中村 稔	総括 / 道路災害管理	建設省九州地方建設局道路部道路調査官
村松 美江	調査企画	JICA 社会開発調査部社会開発調査第一課 職員
岡本 晃	道路防災情報システム	日本道路公団東京第一管理局静岡管理事務所 改良助役

富田 ゆきし 災害対策 / 土質・材料調査 株式会社 地球システム科学
 渡辺 幹治 環境 / 自然条件 株式会社 建設企画コンサルタント
 永治 泰司 コンピューターシステム開発 株式会社 長大

1 - 4 調査日程

日順	月日	曜日	行 程 A : 中村, B : 村松, C : 岡本, D : 富田, E : 渡辺, F : 永治	滞在地
1	7 / 6	THU	A : 福岡 11 : 30(MH083)クアラルンプール 16 : 55 B ~ F : 成田 10 : 30(MH089)クアラルンプール 16 : 30	K L
2	7	FRI	J I C A 事務所打合せ、日本大使館表敬 公共事業省公共事業総局表敬、経済計画局表敬 現地視察	IPPOH
3	8	SAT	現地視察 East-West Highway 2	CAMERON HIGHLANDS
4	9	SUN	現地視察 Cameron Highlands Road, Federal Route 59	K L
5	10	MON	S / W, M / M 協議	"
6	11	TUE	S / W, M / M 協議 気象局 訪問	"
7	12	WED	現地視察 Kuala Kubu Baharu-Gap-Teranum Road, Federal Route 55 Gap-Fraser's Hill Road, Federal Route 56	"
8	13	THU	鉱物地質局 訪問 測量局 訪問	"
9	14	FRI	S / W, M / M 署名 日本大使館報告、J I C A 事務所報告 A, B, C, F : クアラルンプール 23 : 00(JL723) D, E : クアラルンプール→コタキナバル	KOTA KINABALUU
10	15	SAT	B, C, F : 成田 6 : 45 A : 成田 10 : 35(JL381)福岡 12 : 25 D, E : 現地視察 Tamparuli-Sandakan Road(Sabah)	"
11	16	SUN	現地視察 Tambunan-Keningau Road(Sabah)	"
12	17	MON	コタキナバル→クアラルンプール 情報収集	K L
13	18	TUE	情報収集	"
14	19	WED	情報収集	"
15	20	THU	情報収集	"
16	21	FRI	情報収集 J I C A 事務所報告 クアラルンプール 23 : 00(JL723)	
17	22	SAT	成田 6 : 45	

1 - 5 協議概要

調査団は7月6日(木)からマレーシアにおける調査を開始し、East West Highway 2、国道 59 号(Cameron Highland Road)、国道 55 号(Kuala Kubu Baharu-Gap-Teranum Road)、国道 56 号(Gap-Frazer's Hill Road)の視察、本調査の実施機関である公共事業省公共事業総局(J K R)との協議を経、7月14日(金)、Dato' Ir. Hj. Zaini bin Omar マレーシア公共事業総局長と中村稔調査団長の間で実施細則及び協議録署名を行った。また、コンサルタント団員2名は、このあと、7月21日(金)まで、サバ州におけるサイト視察を含む調査を継続した。

現地視察及びマレーシア側との協議により確認した事項は以下のとおり。

1. 要請の背景及び調査の必要性

(1) 道路法面管理の現状と問題点

マレーシアにおいては、過去30年の間、積極的に道路建設のための投資が行われた結果、道路延長は飛躍的な伸びを示しており、モータリゼーションが急速に進んでいる。マレーシア政府は、2020年までに先進国入りするという目標のもと、さらに道路建設を進める方針である。しかしながら、全国に道路網を拡大するにつれ、山岳地における道路建設の必要性が高くなり、建設中及び建設後の維持管理面で困難な状況が発生している。また、全国規模で道路法面崩壊による災害が多数発生している。

道路法面崩壊による被害は、道路の完全封鎖、人命の損失、財産の損失、環境破壊など、多岐にわたるため、道路法面防災の重要性が認識されているが、現実には、これを実施するための人的配置も十分ではなく、被災後の復旧工事に追われている。

(2) 既存の法面管理コンピューターシステム

J K R本部は3種類の道路法面管理のためのコンピューターシステムを有する。このうち、Slope Maintenance System(S M S)とMalaysian Engineered Hillslope Management System(M E H M S)は、それぞれEast West HighwayとGunung Raya Roadの特定の2路線を対象とするものであるが、データ更新ができない、入力できる情報が限られているなどの問題がある。1999年にJ K Rが独自に開発したSlope Priority Ranking System(S P R S)は、J K R本部が全国の道路法面を概括し、補修及び補強工事のための予算計画を策定するためのシステムであるため、点検、調査データの一部が入力されているのみであり、地質情報などが欠けている。

J K Rは、開始時期は未定であるが、SabahのTamparuli-Sandakan道路を対象として、S M Sをベースとした道路法面管理システムを新たに作成する予定である。

(3) 実施体制

本調査のカウンターパート機関は J K R Road Maintenance Unit である。道路維持管理ユニットには地質の専門家がいなかったため、Road Design Unit からの参加を得ている。このうち 1 名は Minerals & Geoscience Department からの出向者である。

J K R の地方機関としては、各州にある State Office があり、さらにその下に District Office がある。実際の道路維持管理にかかわる技術者は District Office に所属している。East West Highway には独立した維持管理ユニットがあるが、そのほかの道路の維持管理体制は脆弱である。District Office には施工部門もあり、実際に維持管理工事も行っているが、外注工事が増加する傾向にあり、施工部門は縮小する方向にある。

J K R 本部の Road Maintenance Unit のうち通常維持管理部門には民営化の計画があるが、道路法面管理部門は現状の体制が維持される見込みである。しかしながら、民営化にあたり、State 並びに District Office の J K R の要員がすべて吸収された場合、実質的には、J K R 本部の Road Maintenance Unit の 5、6 名が残るのみである。

(4) 調査対象路線

現地調査対象路線は、J K R 道路維持管理ユニットの優先順位に従い選定された。当初要請にあった East West Highway 2 はまだ建設工事中であり、完工のめども立っていないため対象外とした。また、より緊急性の高い Cameron Highlands Road、Kuala Kubu Bharu-Gap-Teranum Road を追加し、緊急性が低い Bentong-Gua Musang Road は対象外とした。これらの路線の代替として、サバ州の Tamparuli-Sandakan 間の路線はマレーシア政府が独自の調査を開始する予定があるため、Tambunan-Keningau 道路に変更したが、現地を実際に視察したところ、J K R 側が当初示した区間は平地が多く、本調査の対象としては不適切であることが判明したため、同じ路線上の Tambunan-Keningau 区間を対象とすることにした。各路線の現状は以下のとおり。

1) East-West Highway, Federal Route 4 (124km)

本路線は東西を結ぶ重要路線であるが、過去に法面崩壊が多く発生したため、情報システム開発を含めた詳細な調査が行われた。崩壊が発生した法面については、約 4 百万 RM をかけて対策工事が行われているが、法面崩壊は続いており、今後は崩壊防止のための対策を実施していく方針である。本路線については、J K R 道路維持管理部門の下部組織として唯一のメンテナンス部門が設置されている。

2) Cameron Highlands Road, Federal Route 59 (65km)

本路線は観光地であり、主要な茶の製造地である Cameron Highlands にアクセスする

山岳道路であり、過去に道路法面崩壊による死亡事故が発生している。

3) Gap-Fraser's Hill Road, Federal Route 56(6 km)

Fraser's Hill も観光地であり、56 号線は狭小な山岳道路であるため、1 時間おきに上下交互通行の制限を行っている。既存道路の道路拡幅は困難であるため、1994 年に Fraser's Hill から Gap への別ルートの道路の建設を開始し、1997 年には完工したが、その直後より法面崩壊が始まり、いまだに復旧工事を行っており、道路の開通にはいたっていない。現在実施中の工事は本年中には完了する予定。

4) Kuala Kubu Bharu-Gap-Teranum Road, Federal Route 55(54km)

本路線は、上記 3)の 56 号線に接続する道路で、現在のところ、目立った大規模な法面崩壊は見られないが、小規模な崩壊は多く発生している。また土石流の発生跡も視察中に見られた。

5) Penang Road, Federal Route 6(56km)

ペナン島を周回する本路線は、観光、農業などの産業上重要な道路であるが、法面崩壊、落石が多く発生している。

6) Tambunan-Keningau Road(Sabah)Tambunan-Keningau 区間(49km)

サバ州とマレー半島は、地質的に大きな差があるため、法面崩壊のメカニズムも異なる。一般的に道路法面のみでなく、道路の状態が悪く、十分な対策が取られていない。行政機構上も、サバ州では、Federal Road の管理はサバ州公共事業局事務所が管理しているが、その大半は州政府の職員になっている。

フェーズ においては、これらの路線の中から 1 路線 50 ~ 100km 程度を選択し、ケーススタディを行う。

2. 確認事項

(1) 調査名称の変更

当初の調査名称は、「The Study on Slope Disaster Management for Federal Highways」であったが、Federal Highways を調査対象である国道一般を示す Federal Roads に修正し、「The Study on Slope Disaster Management for Federal Roads」を調査名称とする。

(2) 調査対象範囲

調査対象道路については、マレーシア側より、上記 1 .(4)に示したように、当初要請からの入れ替えの要望があったため、その内容を確認し、S / Wにも記載することとした。

(3) 調査コンポーネント及び期間

調査コンポーネント及び期間については、おおむね以下のとおりで合意した。

本格調査は2つのフェーズに分け、フェーズⅠでは、道路防災管理に係る現状の把握及び既存データの収集、現地踏査を踏まえた道路法面災害メカニズムの調査、既存の対策工法のマニュアルに対する改善助言、道路防災管理方法とこれを支援するシステムの基本設計を行い、ケーススタディ対象の選定までを対象とする。フェーズⅡでは、フェーズⅠで選定された対象路線について、ケーススタディを実施し、この結果を踏まえ、諸ガイドラインを整備し、情報システムの構築・運用、必要となる組織改善、人材育成計画の策定までを行う。

調査期間はフェーズⅠが約6か月程度、フェーズⅡが調査期間は約12か月程度と想定し、最終報告書をマレーシア側に提出するところまでを含んで、約20か月とする。

(4) Steering Committee、Technical Committeeの設置

本調査の実施にあたり、Steering CommitteeとTechnical Committeeを設置することを確認した。Steering CommitteeのメンバーはJ K R道路局とE P U、Technical CommitteeはJ K R道路局Road Maintenance Unitを中心とし、Meteorological Service Department, Survey Department, Minerals and Geoscience Departmentの代表者が参加する。

(5) マレーシア側負担事項

J K RはJ K R本部庁舎に調査団の事務所を用意する。事務所には家具を用意するが、コピー機、ファクシミリ、コンピューターなどの機器及び電話代は調査団負担となる。また、サイト調査中には、地方事務所にオフィススペースを用意するとしているが、一般的に地方事務所は手ぜまであるため十分な対応は期待できない。調査用車両、コンピューター、諸計測機材などの調査用機材についても調査団で用意するものとする。

調査中に開催するセミナーは日本側負担とするが、ワークショップはJ K R負担で実施する。

第 2 章 本格調査への提言

2 - 1 マレーシアの概要

(1) 社会・経済の概要

マレーシアの主要社会経済指標は以下のとおりである。

正式国名	マレーシア国 Malaysia
独立年	1957 年
首都(首都人口)	クアラルンプール(Kuala Lumpur)(約 115 万人、1997 年現在)
人 口	2,166 万 7,000 人(1997 年)
人口増加率	2.5%(1992-1998 年)
国土面積	33 万平方キロメートル
公用語	マレイ語
民族構成	マレイ系 61%、中国系 30%、インド系 8 %、その他 1 %
宗 教	イスラム教(連邦の宗教)、仏教、儒教、ヒンドゥー教、キリスト教、 原住民信仰
社会指標 ¹⁾	平均余命 72 歳 乳児死亡率 11 / 1,000 人 成人非識字率 14% 初等教育総就学率 102%
政 体	立憲君主制、議院内閣制
為替レート	1 リンギ(Ringi) = 28.64 円(2000 年 7 月現在)
1 人当たり G N P ¹⁾	3,600 U S D (1998 年)
名目 G N P ¹⁾	79 億 8,000 U S D (1998 年)
インフレ率 ¹⁾	9.1%(1998 年)
国家予算 ²⁾	554 億 8,100 万 Ringi(1997 / 98 年)

1) World Development Indicators(WB)(2000 年)

2) Government Finance Statistics Yearbook 1998 I M F 出典年 : 1999 統計年 : 1997

マレーシアの経済は、かつてはゴムと錫中心の典型的なモノカルチャー型経済であったが、外資系企業の積極的な誘致による輸出指向型工業化政策の推進により、1985 年以降急速な工業化を通じて著しい経済成長を達成(1988 年 ~ 1996 年の間連続 8 ~ 9 % 成長)した。

しかし、1997年7月、タイ・パーツのフロート制移行を契機とした通貨危機は同国にも波及し、これを境に同国は大幅な減速・後退局面を迎えた。1997年から1998年にかけて、自国通貨リングは40%を超える下落、株価も最高値から60%を超える下落を一時記録した。政策当局は国際市場での信認回復をねらって1997年後半から1998年前半にかけて大幅な緊縮財政、銀行融資規制などの対策を実行したものの、結果として景気悪化を招き、また通貨、株価ともに低迷が続いた。金融セクターにおいては、企業の借り入れ依存が著しく、しかも担保に株式を差し入れるケースが多かったことから、景気悪化・株価暴落とともに不良債権が急増した(国際金融情報センター資料、1999)。経済不振は1998年に入って顕著となり、通年でマイナス7.5%の後退を記録した。

1999年に入ると景気回復の徴候が現れはじめ、第2四半期からは実質GDP成長率が前年同期比プラスに転じ、その傾向は第3四半期も続いた。経済は1999年、プラス成長に転じ、急速な回復を示した。2000年には民間消費、民間設備投資の増加や、1998年第4四半期から5四半期連続で減少した在庫の回復の動きが期待され、経済は通貨危機前のレベルをめざして回復を続けるであろう。ただし、今後企業リストラの本格化が予想されることなどから成長は緩やかなものになると思われる(国際金融情報センター資料、1999)。

(2) 開発計画

マレーシアの経済計画は、輸入代替工業化の推進を図るため、1966年から開始された第1次マレーシア計画(1966～1970年)が出発点となっている。その後、民族間の経済格差(注)を背景に発生した1969年の人種暴動(5.13事件)が契機となり、「貧困の撲滅」と「人種間格差是正」を二大目標とする新経済政策(NEP: New Economic Policy、1971～1990年)が導入された。このNEPの下で第2次マレーシア計画(1971～1975年)をはじめとする5か年計画によって、具体的な経済政策が打ち出されていった。

NEPは1990年に終了し、1991年からはNEPを引き継ぐ形で、政治・社会の安定、及びその発展に不可欠な国家の統一性の実現をめざす、国家開発計画(NDP: National Development Policy、1991～2000年)が策定され、同年より第6次マレーシア計画(1991～1995年)が実施され、1996年より第7次マレーシア計画(1996～2000年)が始まっている。

NDPは、基本的にNEPの考え方を継承しているが、マハティール首相の提唱している「2020年までの先進国入り(ワフサン2020)」という長期ビジョンを踏まえ、民間活力の積極的な導入により、高成長を志向した内容となっている。そして、最終的な目標は、政治・社会の安定、及びその発展に不可欠な、国家の統一性の実現であるとしている。

また、NEPでは人種別資本所有率の再編に過度に重点が置かれたため、華人、外国人にブミプトラが名義貸しを行う「アリ・ババ商法」が取り入れられ、実質のブミプトラの資本所

有率が上昇しないケースが見られるなどの問題が生じた。このため、N D Pでは、30%というブミプトラの資本所有率の目標は維持しつつも、達成年次の明言は避け、ブミプトラ経済の質的な向上を求めるものとなっている。

N D Pの具体的な目標は以下のとおりである。

- (1) 平均経済成長率目標は年平均8.0%。
- (2) 製造業を成長の牽引力とし、G D Pに占めるシェアを引き上げ、かつ、輸出に占める割合を2000年までに81%にまで高める。
- (3) 貧困率は1990年の17.1%から2000年までに7.2%に低下させる。
- (4) ブミプトラの資本所有率は、引き続き30%を目標とするが、特に期限を設定しない。ブミプトラの資本所有に関しては、外資系企業による名義借りを防ぐため、企業の資金調達に際して、中央銀行が取締役会議事録などの提出を求め、名義貸しの有無をチェックするなどの方策をとる。

このほか、N D Pでは、目標達成のための政策手段として、再投資の促進や歳入基盤強化のための税制改革、投資促進のための金融・資本市場の改革、人材不足に対応するためのトレーニングプログラムの強化などを掲げている。

N D Pが実施されてから、5年を経過した中間段階においては、実質経済成長率は1991～1995年の平均で8.7%、G D P全体に占める製造業の比率は1995年で33.1%、輸出全体に占める製造業の比率は1995年で79.6%となっている。また、貧困率は1995年で9.6%にまで低下しており、目標の達成に向けて着実に前進しているといえた。

現在実施中の第7次マレイシア計画(1996年～2000年)は、国家開発計画(N D P)の基本理念を引き継ぎ、その後半部分として、1996年5月に発表された。同計画では、技術力の向上、資本の深化、経営・企業運営の効率化などにより全要素生産性(T F P)を高め、これまでの投資、労働力投入型の経済から生産性重視型経済への構造転換を図ることを目標としている。また、直面する課題を、経常収支赤字拡大、労働力不足の深刻化、インフレ圧力の増大、国内技術基盤の未整備、国際競争の激化、公正な所得の不分配などとし、これらの課題克服のために、中間財・資本財の国内生産比率を高めることによる輸入の削減、人材育成の促進、科学技術・研究開発の振興、サービスセクターの育成などに重点的に取り組むとしている。

(3) 道路行政

マレイシアの道路行政は公共事業省(Ministry of Public Works)が統括しており、その管轄下に省直属の道路計画局(Highway Planning Unit)外局の公共事業総局(J K R)とマレイシア道路公団(M H A)がある。また、州政府、市が地方道道路行政機関として存在する。

経済企画院(E P U)

E P U は総理府の内、最重要な計画機関であり、中長期の国家開発計画の中核機関として道路整備においても最上位の計画を担当している。また、民営化の計画、推進、技術協力プログラム(低開発国への援助プログラム)の管理や外国投資委員会の幹事役なども行っている。

道路計画局(H P U)

H P U は公共事業省直轄の機関として半島マレーシア及び東マレーシア全体の道路網計画、都市交通計画、事業計画、交通統計並びに交通安全計画を担当している。

公共事業総局(J K R)

J K R は、公共事業省の外局であるが政府機関のなかでも主体をなす大きな機関となっている。公共事業省自体は官房組織が主体で、事業の実施は J K R が行っている。

J K R の事業は、道路のほかに港湾、空港、水道、公共建築物、軍事施設などの広範囲に及んでおり、半島マレーシアにおけるこれらの計画、設計、建設を、また道路及び水道、公共建築物については運営、維持管理も担当している。さらに連邦政府、州政府、郡政府への技術的サポートも行っている。

J K R 組織は三階層に分かれており、連邦 J K R の下に州 J K R、郡 J K R が存在する。道路局は J K R のなかでも最も組織が大きく、その年間予算は 17 億 R M となっている。

マレーシア道路公団(M H A)

M H A は増大する連邦道 1 号線の交通需要に対処する手段として有料高速道路を建設することを目的として 1980 年 10 月公共事業省直属の機関として設立された。

M H A の下で南北高速道路とペナン橋の建設、管理、料金徴収及び J K R から引き継いだ路線の料金徴収を行っていたが、1984 年から 1986 年にかけての不況と財政難のため、1988 年 11 月に南北高速道路が民営化された。その後も新規有料道路建設は民営化事業として推進され、ペナン橋とクアラルンプール～カラク有料道路も民営化されたため M H A の役目は大きく変貌した。

現在 M H A の業務は、計画協議、用地買収、基準及び仕様の作成のほかに民営会社の事業内容の審査、設計図書の審査、工事の中間、完了検査等の監督官庁の役目を果たしている。

州政府及び市

州政府及び市はそれぞれ州道、市道の建設管理を行っている。

民営化の動き

前述のように、高速道路の建設及び管理は B・O・T 事業として民間主体で推進され現在 1,190km の供用延長となっている。この民営化の動きは連邦道路管理部門でも実施されようとしている。現在、連邦道路の通常維持管理部門は州及び郡の J K R 事務所によって直接管理されてるが、これらの維持管理部門をすべて民営化する動きがあり 2000 年 9 月の連邦議会で可決されれば 2001 年度内に州及び郡 J K R の管理部門は解体され民営会社が管理することとなる。構想では、半島マレーシアの連邦道路は 3 つの管理会社に管理されることとなり、従業員は、現在の州 J K R 及び郡 J K R の管理部門に在籍する職員が解雇され管理会社に再就職することとなる。ただし、斜面防災対策は、民営化にはなじまないため J K R で推進することとなる。

一方、州道路、市道路の維持管理部門には民営化の動きは今現在ない。

組織名	機 能
E P U	開発計画の全体目標、政策の立案及び開発五か年計画の策定 開発五か年計画の予算調達、調整 大蔵省年間開発予算策定の支援 開発計画及び事業の評価 政府に対する経済関係の助言 経済研究の実施 外国、国際機関からの技術援助に関する計画、調整及びマレーシア技術プログラム(低開発国への援助プログラム) のマネージメント 海外投資政策、指針の履行
H P U	道路網計画、都市交通計画及び公共交通計画の立案 ハイウェイ部門の計画 交通統計の分析と研究 交通事故分析
J K R	連邦予算又は外国ローンによって財源化された新設路線の計画、設計、建設 連邦道路の維持管理、改良、道路維持管理に関する州及び地方機関への連邦資金の処理と検証 道路基盤の策定と州道路に関連する事項についての州への助言
M H A	民営会社の実施する高速道路の設計、建設、維持管理に関する監督業務 民営会社の行う休憩施設、そのほかの高速道路関連施設に関する設計、建設、維持管理に関する監督業務 民営会社の行う料金収受業務に関する監察業務 関係官公署との協議及び用地買収 設計基準の策定、工事仕様書の作成

道路セクターの開発予算は、第 6 次計画(1990 ~ 1995 年)では 75 億 7,260 万リンギ、第 7 次計画(1996 ~ 2000 年)では 98 億 3,880 万リンギと着実な伸びを示しており、現在策定中の第 8 次計画(2001 ~ 2005 年)でも約 124 億リンギが見込まれている。

J K R からのヒアリングによると、2000 年の道路維持管理に係る予算は、全体で年間 3 億 2,200 万リンギ、このうち約 15 ~ 20%、すなわち 4,500 万 ~ 6,000 万リンギが法面維持管理にあてられている。

行政組織

総理府	Prime Minister's Department
経済企画院	Economic Planning Unit
国防省	Ministry of Defense
内務省	Ministry of Home Affairs
住宅・地方自治省	Ministry of Housing and Local Government
公共事業省	Ministry of Public Works
外務省	Ministry of Foreign Affairs
社会福祉省	Ministry of Social Welfare
通商工業省	Ministry of Trade and Industry
大蔵省	Ministry of Finance
交通省	Ministry of Transportation
一次産業省	Ministry of Primary Industry
農業省	Ministry of Agriculture
エネルギー・通信省	Ministry of Energy Telecommunication and Post
公営企業省	Ministry of Public Enterprises
文部省	Ministry of Education
国家・農村開発省	Ministry of National and Rural Development
国土・地域開発省	Ministry of Land and Regional Development
労働省	Ministry of Labor
情報省	Ministry of Information
科学技術環境省	Ministry of Science, Technology and Environment
保険省	Ministry of Health
連邦領省	Ministry of Federal Territory
文化・青年・スポーツ省	Ministry of Culture, Youth and Sports

図 2 - 1 行政組織

公共事業省

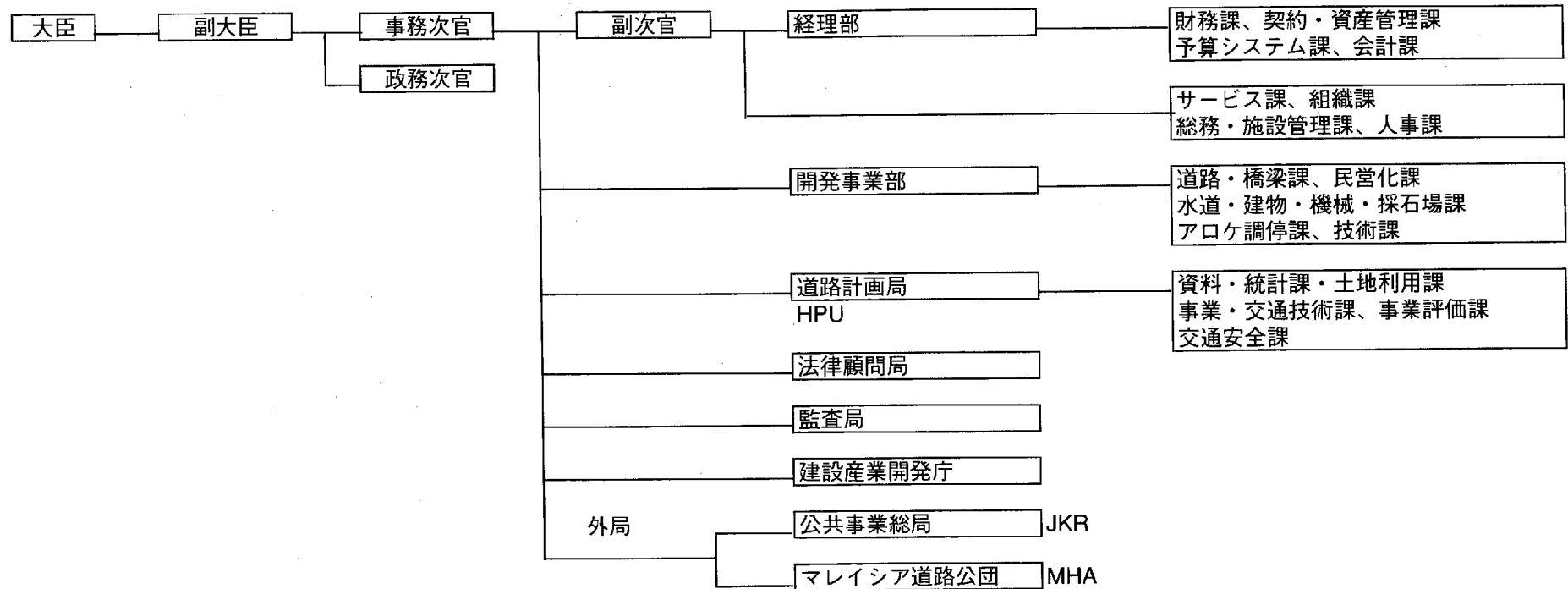
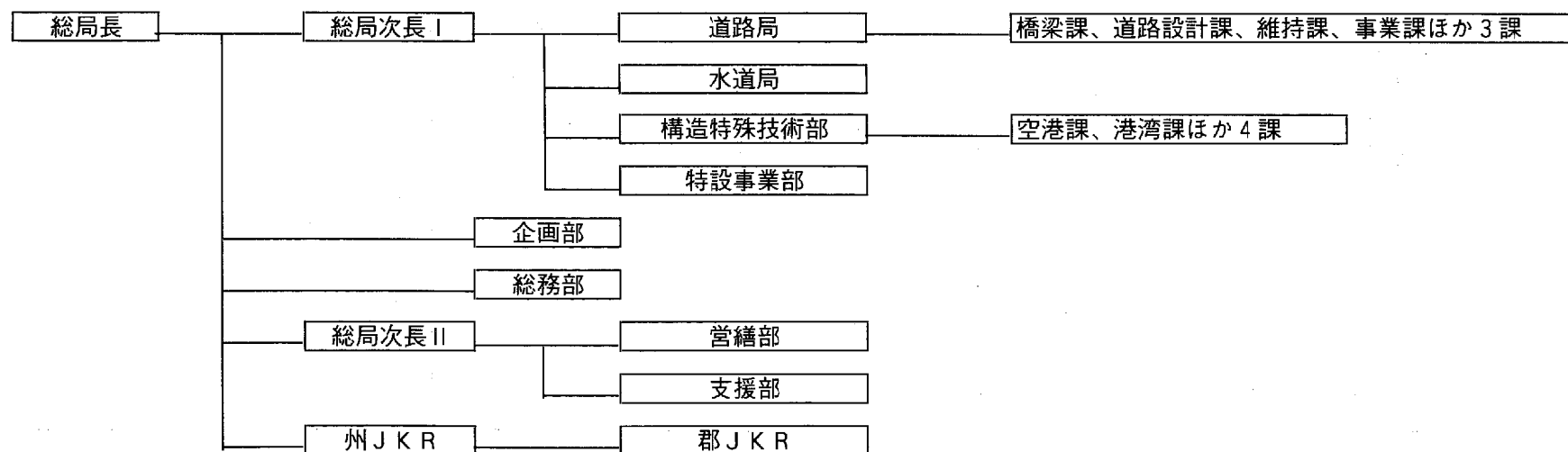


図 2－2 公共事業省

公共事業総局 (JKR)



マレーシア道路公団 (MHA)

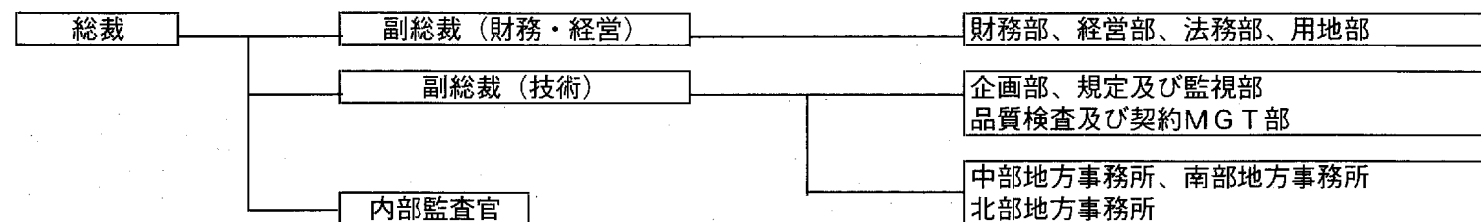


図 2-3 公共事業総局 (J K R)

表 2 - 1 J K R 地方事務所

STATE	DISTRICT	STATE	DISTRICT
○ PERAK	○ Batang Padang ○ Manjung ○ Kinta ○ Kerian ○ Kuala Kangsar ○ Larut / Matang / Selama ○ Hilir Perak ○ Hulu Perak ○ Perak Tengah ○ Lebuhraya Timur Barat	○ KEDAH	Kota Setar / Pdg. Terap Kubang Pasu ○ Langkawi Kuala Muda / Sik Pendang / Yen ○ Baling Kulim / Bandar Bahru
		LABUAN	Labuan
○ SELANGOR	○ Ibu Pejabat ○ Kelang ○ Kuala Langat ○ Kuala Selangor ○ Sabak Bernam ○ Hulu Langat ○ Hulu Selangor ○ Petaling ○ Gombak ○ Sepang	MELAKA	Melaka Tengah Jasin Alor Gajah
○ PAHANG	○ Bentong ○ Cameron Highlands ○ Jerantut ○ Kuantan ○ Kuala Lipis ○ Pekan Dara ○ Raub ○ Temerloh ○ Rompin ○ Maran	○ NEGERI SEMBILAN	○ Jelebu ○ Kuala Pilah Port Dickson Rembau Seremban Tampin Jempol
		○ PULAU PINANG	○ Sberang Perai Utara ○ Sberang Perai Tengah ○ Sberang Perai Selatan ○ Timur Laut ○ Barat Daya
○ KELANTAN	○ Bachok ○ Kota Bharu ○ Machang ○ Pasir Mas ○ Pasir Puteh ○ Tanah Merah ○ Tumpat ○ Hulu Kelantan ○ Kuala Krai ○ Jeli ○ Gua Musang	PERLIS	Perlis
○ JOHOR	Batu Pahat Johor Bahru Kluang Kota Tinggi Mersing Muar Pontian ○ Segamat	○ TERENGGANU	○ Besut ○ Dungun ○ Kemaman Kuala Terengganu Hulu Terengganu Marang Setiu

○ は斜面崩壊の問題がある州、地方

STATE	DISTRICT
○ SABAH	Kota Kinabalu Papar Kota Belud Tuaran Kudat ○ Ranau ○ Sandakan Labuk / Sugut Kinabatangan Tawau ○ Lahad Datu Semporna ○ Keningau Tambunan Pensiangan Tenom Beautort Kuala Penyu Sipitang Penampang Kota Marudu Pitas Kunak
○ SARAWAK	Bau Kuching Lundu Serian Simunjan Kalaka Lubuk Antu Saribas Sri Aman Kanowit Mukah Oya-Dalat Sibu Baram ○ Bintulu ○ Miri Lawas Limbang Binatang Julau Matu-Daru Sarikei Belaga Kapit Song ○ Samarahan Tatau Sulis

2 - 2 道路防災分野の現状と課題

(1) 道路防災管理の現状

1. 自然条件並びに既存道路施設の状況

マレーシアの国土はマレー半島南部とボルネオ島北部からなり、その面積は32万9,758km²(日本の約78%)で、約70%が熱帯林に覆われている。全国土の約40%を占めている半島マレーシアは海拔1,000～2,000mの山脈が中央西寄りを南北に走っているが、約80%が海拔150m以下の平坦地である。河川の流れは穏やかで、河口にはデルタが形成されている。ボルネオ島ではインドネシアとの国境沿いに山脈が走り、この山脈の北部には独立した形でマレーシア最高峰のキナバル山(4093m)とCrocker山脈が存在している。

気候は海洋性熱帯雨林気候で四季の変化がほとんどなく一年中、高温多湿である。ただし、風向と降雨パターンから西南モンスーン(6～9月)と東北モンスーン(11～3月)及びその間2度のインターモンスーンに気候の変化を認めることができる。年間降雨量は半島東海岸で2,600～3,000mm、西海岸で2,000～2,500mm、ボルネオ島東部で2,500～3,000mm、西部では3,500mm以上に達する。東北モンスーン期には半島東海岸で集中豪雨による洪水がしばしば発生する。

マレー半島の地質は古生代、中生代及び新生代の地質時代に分けることができ、最も古い古生代の地質は半島西部に、新しい新生代の地層は半島中央部に見られる。表土面近くに分布している岩の多くは風化が進行し土砂化している。また、マレーシアは地震帯に属していないため、地震は非常に少ない。

マレーシアの道路は、連邦道路と州・地方道から構成され、連邦道路は一般道と有料高速道に分けられる。各道路の状況は次のとおり。

	総延長(km)	舗装道路(km)	舗装率(%)
有料高速連邦道路	1,190	1,190	100
一般連邦道路	14,891	13,592	91.3
州・地方道路	50,109	36,263	72.4

出所：MALAYSIAN ROADS General Information 1999

道路整備事業は、英国の植民地時代に関係投資が半島西海岸に集中したことから、当初は半島西海岸を中心に進められた。そのため現在でも密な道路網は西海岸沿いの平坦な地域に限られ、半島東海岸やボルネオ島では海岸沿いの都市を結ぶ幹線道路と周辺村落を結ぶ地方道路が存在するのみである。しかしながら、近年では道路網の整備・拡大につれ、内陸の山岳地帯を通過する道路建設の必要性が高くなり、内陸部での道路整備が積極的に進

められている。

2. 自然災害の履歴と対策

マレーシアで道路斜面災害が問題となったのは、1995年にEast-West Highway No. 1 (Federal Route 4)で多発した道路斜面崩壊からである。この道路は開発が遅れている東部と開発の進んだ西部を直接つなぐという大目的以外に、タイとの国境地帯からの共産ゲリラの侵入を防止するという目的があった。そのため、工事は斜面安定に対する考慮があまりなされないまま、突貫的に行われたとのことである。その後、本道路では継続的に対策工が実施されているにもかかわらず、毎年雨期になると斜面崩壊が発生している。

1995年には、Genting Highlands Roadで豪雨中に土石流が発生し、行楽地に向かう日本人を含む21名の人命が失われている。また、1999年の雨期にはCameron-Tapah roadで300箇所以上の斜面崩壊が発生し、1名の犠牲者がでている。このように、マレーシアでは近年山岳地域での道路建設が急ピッチで進んでおり、それに伴って斜面崩壊也多発している現状にある。

斜面崩壊に対する対策はJ K Rが中心となって実施しているが、技術的かつ予算的な制約、及び組織上の問題があるため、予定どおりには進んでいないようである。

対策工については、斜面崩壊状況や地質、地下水状況を勘案した対策が実施されており、日本を含めた欧米の新しい技術を取り入れているところも見られる。ただし、大規模な地すべりや斜面崩壊については基本的な知識や対策工に必要な地質調査が不足しているため、根本的な対策工が実施されていないようである。

J K Rでは、マレーシア全土における危険道路斜面をコンピューターで管理しており、現状のところ危険な道路は半島部で9路線、サバ州で2路線の11路線となっている。このうち143箇所をハイリスク地点とし、この中の34箇所を最も危険な個所としている。

3. 防災管理情報システム

1) 既存システム

J K Rでは、次に示す3種類の道路斜面管理システムを保有している。3システムともWindow上で稼動するスタンドアロンシステムである。いずれのシステムも、数値文字情報を扱うデータベースシステムで、写真、図面といった画像情報や地図情報は扱っていない。

Slope Maintenance System(S M S)

1996年のEast-West Highwayの調査結果を基に、同路線の斜面管理を目的に作成し

たシステム。民間会社によって開発されたシステム。

特徴：

- ・ East-West Highway の 1123 箇所の道路斜面についてデータ化
- ・ 地質条件によって 7 種類に斜面を分類
- ・ 法高、傾斜角、排水、地質、浸食などの斜面状況による危険度と人命への影響、ダメージコスト、道路閉鎖の影響などの社会的重要性を加味してリスク決定
- ・ このリスクが対策の優先度を示すものとなっている。

課題：

- ・ East-West Highway の分析にのみ基づくもので、他の路線への適用ができない。
- ・ データメンテナンスができない。
- ・ 対策費用の計算ができない。
- ・ Window 3.1 上で開発されたもので現在稼動する環境にない。

Malaysian Engineered Hillslope Management System(M E H M S)

1998 年 Gunung Raya Road を対象に、同路線について降雨による地中間隙水圧のシミュレーションを行い、危険度を把握することを目的に作成したシステム。民間会社 (Perunding Z N A) によって開発されたシステム。

特徴：

- ・ 降雨による間隙水圧の時間変化をシミュレートできる。
- ・ 斜面を 3 次元のブロックに分割して計算。

課題：

- ・ Gunung Raya Road を対象にするもので、他の路線への適用ができない。
- ・ 地質条件は 2 タイプのみで現場を適切に表現できない。
- ・ リスク分析ができない。
- ・ 危険度計算ができない。
- ・ 対策優先度評価ができない。
- ・ 対策費用の計算ができない。

Slope Priority Ranking System(S P R S)

前システムの課題を踏まえて、1999 年全道路を対象として、法面の危険度、対策優先度、対策費などを計算できるシステムとして開発した。主として法面の補修・補強の予算計画立案のために開発した。本システムは、J K R が直営で開発したものである。

特徴：

- ・入力データを単純化し、入力しやすくしている。
- ・入力データは、法高、傾斜角、表面排水、浸食の有無、地質、降雨分類などの約40種類のデータである。これらのデータは、3段階に区分され点数化される。
- ・社会環境データとして、建物に与える影響の有無、交通に与える影響の有無、迂回路の可能性などが考慮される。
- ・リスクが法面評価値と社会環境条件評価値の積として計算され、リスクによって対策優先度が判定される。
- ・対策費はあらかじめ設定したm当たりの工事費データから概算される。
- ・点検は年1度行われ、地方事務所で作成した入力データがEメールで転送され、J K Rで一括投入する仕組みになっている。
- ・データ入力・更新画面は、タブ、チェックボックス、プルダウンメニューなど、ユーザーインターフェイスに気配りされた使いやすいシステムとなっている。

課題：

- ・実際の点検では、本システムの入力データ以上の項目が調査されているが、本システムは予算計画を立案するために緊急に簡易版として作成したもので、それらのデータの管理及び活用ができない。
- ・数値データとして管理されているのみで、点検法面の位置を特定しにくい。

2) 新システムの開発予定

J K Rでは、半島マレーシアとは地質、地形が異なるSabah州のTamparuli-Sandakan道路を対象に、S M Sをベースにする道路斜面管理システムを新たに開発する計画がある。調査を含め2001年から2003年の間で開発する予定である。このシステムは災害履歴などの統計データを加味する予定である。

(3) 環境配慮

1) マレーシアの環境影響評価制度

マレーシアにおける環境影響評価制度(E I A)は、Environmental Quality Act第34A条により規定され、指定された開発行為を行う事業者は環境影響評価を実施し、その報告書を科学技術環境省環境局(Department of Environment: D O E)に提出することが義務づけられている。E I Aがいかなる事業に要求されるかはEnvironmental Quality (Prescribed Activities) (E I A) Orderによって特定され、農業、水資源、発電所などの19分野につきE I Aの実施すべき規模や内容が定められている。道路開発事業はイン

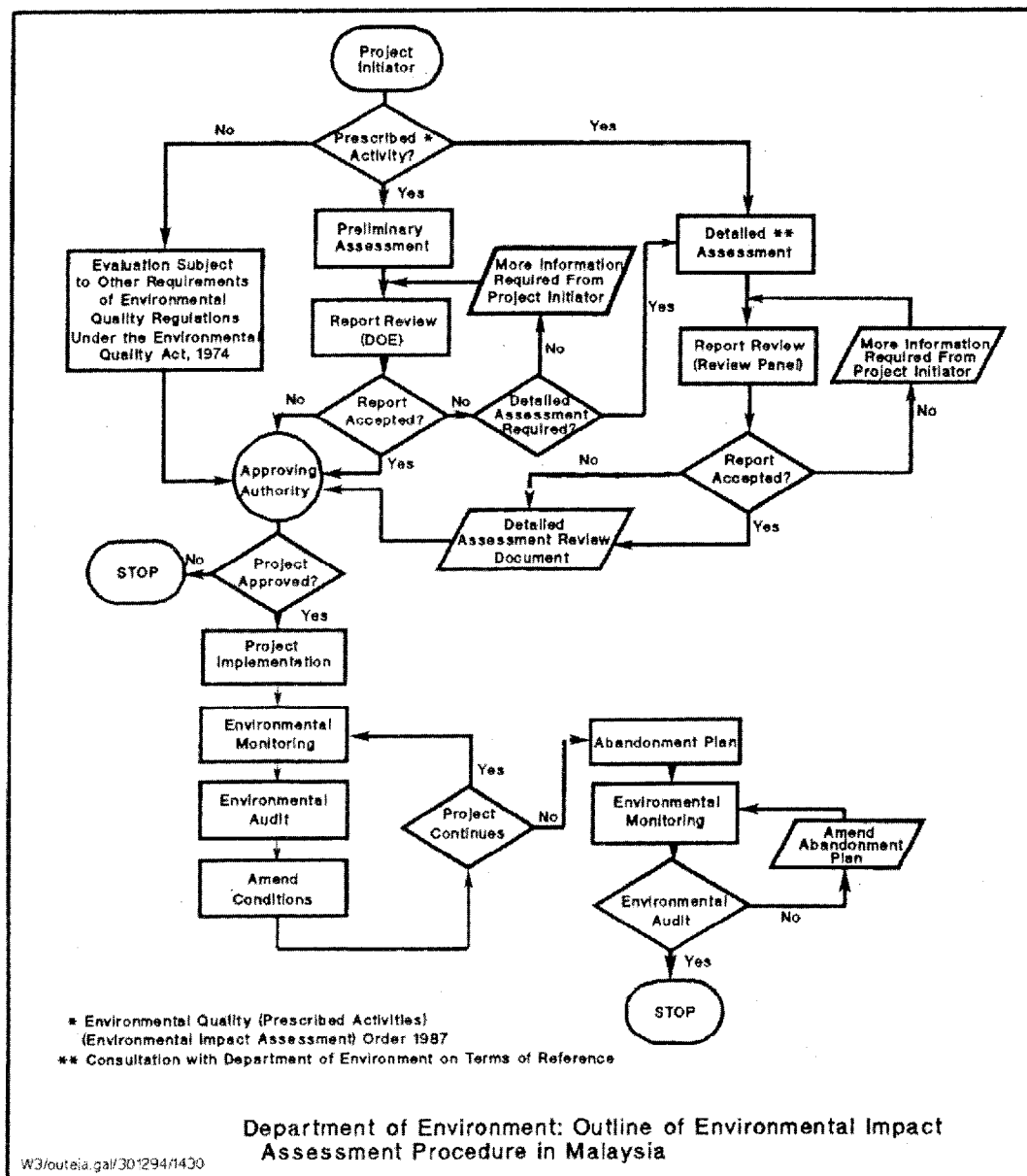
フラストラクチャー分野に属し、高速道路建設と国道建設事業においてE I Aが必要となる。

E I Aの実施方法、提出書類、審査手順については、環境局のガイドライン「A Handbook of Environmental Impact Assessment Guidelines(Second Edition 1995)」に詳細が示されている。また、いくつかの特定事業に対して個別のガイドラインも作成され、道路開発事業については公共事業局(J K R)から「Guideline for the Environmental Impact Assessment of Highway/Road Projects」が発行されている。

マレーシアのE I A制度は、Preliminary Assessment、Detailed Assessment 及び Review の3段階からなる。E I Aが必要となる事業については、事業主はまずPreliminary Assessmentを行い、その報告書を環境局に提出する。報告書は環境局の技術委員会で審査され、問題がなければNational Development Planning Committeeなどの認可機関により承認される。審議の結果、さらに詳細な検討を要する場合はDetailed Assessmentが実施される。Detailed Assessment報告書は環境局長官が主宰する有識者で編成された独立組織の審査会議で審査され、問題がなければ認可機関により承認される。ReviewはDetailed Assessment報告書の詳細な評価だけでなくプロジェクト全体の評価を目的として審査会議内で実施され、事業実施に対する勧告書が承認機関に送付される。E I Aの実施時期は、Preliminary AssessmentがPre- F / S段階、Detailed AssessmentがF / S段階、Reviewは評価の最終段階で実施される。

現在、実施されているE I Aの大部分はPreliminary Assessmentであり、その多くは3～4か月の短期間で実施されている。環境局ではE I Aを実施するコンサルタント会社に対して登録制度を採用している。なお、E I Aに関する詳細な情報や登録されたE I A実施コンサルタント会社リストは環境局のホームページ(www.jas.sains.my/doe/egfirst.htm)で閲覧できる。

図2 - 4にE I A手続きのフォローチャートを示す。



出典：A Handbook of Environmental Impact Assessment Guidelines

図 2-4 環境影響評価のフォローチャート

2) 山岳道路開発事業に伴う環境問題

マレーシアの山岳地帯はその大部分がよく発達した森林で覆われている。台風の影響を受けないのでほかのアジア諸国に比べ樹冠の高さが30～40mと高く、低地では60mに達する突出木も散在している。既存の山岳道路はこうした森林地帯を通過しているため、道路開発による環境影響は必然的に大きなものとなる。

新規の道路建設については道路用地確保のため、森林伐採は避けることができない。現在、深刻な問題となっているのは道路建設中あるいは既存道路の斜面崩壊による環境破壊である。斜面崩壊により既存の植生は失われ、陸上生物に対して悪影響を与える。また、降雨時には濁水を発生させて、水中生物や上水取水への影響、河川の堆砂問題を引き起こしている。マレーシアの山岳地帯は一般的に表土の下層が風化岩の弱い層で形成されているため、表土が流されたあとも土壌流出は続き、問題をさらに深刻なものとしている。今回の現地調査で訪れた East-West Highway 2 (現在建設中、本調査の対象外) の工事責任者から、濁水排水基準である SS 値 100mg/l を満足することは非常に難しいとの説明を受けた。なお、「Guideline for the Environmental Impact Assessment of Highway/Road Projects」に示されている道路開発事業における排水基準は以下のとおり。

	取水口の上流(mg/l)	取水口の下流(mg/l)
S S	50	100
B O D	20	50
C O D	50	100
鉛	0.10	0.5
オイル	2.0	10.0

道路法面は一般的にイネ科の植物を利用した緑化工法がとられ、年月が経つにつれて Elephant Fern などのシダ類に遷移してく。今回、現地踏査を行った道路ではシダ類が密に茂った斜面においても法面崩壊が発生していた。

WWF (世界野生生物基金) は山岳地域の開発による環境破壊の調査を続けており、道路建設については、環境影響評価の実施時期を早めて評価の結果を道路線形や設計に生かせるようにすること、山岳地域の道路開発は既存道路の改善を基本とすべきことを提言している。また、現在計画中である Genting Highlands-Cameron Highlands 間の Highland Highway 構想に対して、その建設・維持管理コスト及び環境影響は膨大なものであると指摘している。

3) 本調査の概要

本調査の主たる業務は道路斜面管理ガイドラインの策定及び斜面管理情報システムの開発を柱とし、この実施に必要な組織改善、人材育成計画を策定するものである。フェーズ 1 では 6 路線を対象とし、業務に必要な情報は既存資料に基づくものであり室内業務が中心で、現場での作業は現地踏査程度である。フェーズ 2 では詳細なデータ収集のため代表的な 3 箇所程度の斜面を選択し、その斜面に対してボーリングや地形測量、物理探査、各種計測機器の設置が行われる予定である。

4) 調査対象道路の立地条件

調査対象の 6 路線はそのすべてが丘陵・山岳地帯を通過しており、具体的な調査は丘陵・山岳地帯でのみ実施される。対象 6 路線の立地条件は次のとおり。

East-West Highway(Federal Route 4)

Gerik 周辺の平野部はアブラヤシやゴムなどのプランテーション地帯である。標高 700m までの丘陵地帯は低地フタバガキ林と呼ばれる樹高 40m 以上のフタバガキ科の樹木が優占する森林地帯で、樹高が 60m にも達する突出木が散在している。標高 700m 以上になると突出木がなくなり、丘陵フタバガキ林と呼ばれる樹高 30m 程度のフタバガキ科の樹木が優占する森林地帯になる。山岳地帯は Negritos 系の山岳民族が居住している地域である。1998 年の月別降水量は次のとおり。

1998 年の月別降水量(RPS AYER BANUN Rainfall Station)

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合計
(mm)	30.6	62.4	77.0	40.4	89.5	287.8	293.2	257.4	118.1	342.1	293.3	398.9	2290.7

出所 : Annual Summary of Meteorological Observations 1998

Cameron Highlands Road(Federal Route 59)

平野部は主にアブラヤシや果実のプランテーション地帯、標高 700m までの丘陵地帯は低地フタバガキ林である。標高 700m 以上の丘陵地帯は丘陵フタバガキ林で、標高が高くなるにつれて樹高は低くなり下草としてシダ類が多くなる。Cameron Highland 周辺の標高 1,200m の丘陵地帯には紅茶のプランテーションが広がっている。山岳地帯は Senoi 系の山岳民族が居住している地域である。1998 年の月別の気温と降水量は次のとおり。

1998 年の月別平均気温・降水量(CAMERON HIGHLAND Principal Meteorological Station)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均 / 合計
()	18.3	19.0	19.3	20.0	19.9	18.8	18.5	17.9	17.9	17.6	17.6	17.4	18.5
(mm)	63.1	22.1	96.6	81.7	201.9	204.7	278.1	292.5	182.8	400.5	384.3	190.2	2398.5

出所 : Annual Summary of Meteorological Observations 1998

Gap-Fraser's Hill Road/Kuala Kubu Baharu-Teranum Road(Federal Route 56 / 55)

平野部は主にアブラヤシのプランテーション地帯、標高 700m までの丘陵地帯は低地フタバガキ林である。標高 700m 以上の丘陵地帯は丘陵フタバガキ林で、標高が高くなるにつれて樹高は低くなり下草としてシダ類が多くなる。標高が 1,500m 付近になるとフタバガキ科の樹木に混じってカシやクリ類が多くなり、山地多雨林と呼ばれる樹高が 20m 程度の森林地帯となる。1998 年の月別降水量は次のとおり。

1998 年の月別降水量(HOSPITAL KUALA KUBU BABU Climatological Station)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
(mm)	55.5	70.4	61.1	162.7	114.7	198.0	53.0	456.0	52.0	210.1	516.3	146.0	2095.8

出所 : Annual Summary of Meteorological Observations 1998

Penang Road (Federal Route 6)

北部には低地フタバガキ林が残されているが、ほかの地域では開発が進み、東部・西部は市街地又は農地、南部は主にアブラヤシのプランテーション地帯である。1998 年の月別の気温と降水量は次のとおり。

1998 年の月別平均気温・降水量(PENANG AIRPORT Principal Meteorological Station)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均 / 合計
()	28.6	29.3	29.5	29.8	29.5	28.4	27.9	27.3	27.6	27.0	26.8	26.7	28.2
(mm)	84.8	71.2	79.6	53.6	377.5	271.3	291.2	248.1	312.5	546.6	517.3	178.7	3032.4

出所 : Annual Summary of Meteorological Observations 1998

Tambunan-Keningau Road

Tambunan 周辺の平野部は主に水田地帯である。標高 700m までの丘陵地帯は低地フタバガキ林、標高 700m 以上の丘陵地帯は丘陵フタバガキ林で、標高が高くなるにつれて樹高は低くなる。標高が 1,500m 以上は樹高 30m 程度の山地多雨林となる。本路線は Crocker

Range National Park内を通過している。山岳地帯はKadazan系の少数民族が居住している地域である。1998年の月別降水量は次のとおり。

1998年の月別降水量(APIN APIN Rainfall Station)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
(mm)	46.5	1.5	5.0	1.5	94.0	296.0	672.0	282.0	322.5	128.5	175.5	163.5	2188.5

出所：Annual Summary of Meteorological Observations 1998

5) スクリーニング

本調査は、斜面管理情報システムの開発を目的とするもので調査終了後に何らかの土木工事を伴うものではない。したがって環境影響評価は必要としない。ただし、本調査のフェーズ でボーリングや地形測量、物理探査、各種計測機器の設置が行われ、極小規模な樹木の伐採や土木工事が行われる。これらの作業に対してスクリーニングを行った。

6) 結論

フェーズ で実施される作業のうち、ボーリングや地上測量のための伐採行為などは場所によって事前に許可が必要になるので、本格調査段階で確認が必要である。しかしながら、各作業は小規模のものであり、その影響も作業場所周辺に限定されることから、本調査は環境に影響を与える業務はないと結論づけられる。むしろ、本調査から得られる調査結果や管理システムは、道路災害を減少させ、結果として環境改善につながると考えられる。

(4) 関連法令及び技術基準

マレーシアの道路関連法規としては以下のものがある。

「連邦道路法」 (Federal Road Ordinance 1959)

「マレーシア道路公団条例」 (Highway Authority Malaysia(Incorporation)Act, 1980)

「連邦道路(民間管理)条例」 (Federal Roads(Private Management)Act, 1984)

表 2 - 2 スクリーニング総括表

環境項目			内 容	評 定	備 考（根 拠）
社 会 環 境	1	住民移転	用地占有に伴う移転 （居住権・土地所有権の転換）	有・無・不明	移転を伴う行為はない。
	2	経済活動	土地などの生産機会の喪失、 経済構造の変化	有・無・不明	影響を与える行為はない
	3	交通・生活施設	渋滞・事故など既存交通や 学校・病院への影響	有・無・不明	影響を与える行為はない
	4	地域分断	交通の阻害による地域社会の 分断	有・無・不明	極小規模の工事である
	5	遺跡・文化財	寺院仏閣・埋蔵文化財などの 損失や減少	有・無・不明	文化財付近では行わない
	6	水利権・入会権	漁業権・水利権・山林入会権など の阻害	有・無・不明	極小規模の工事である
	7	保健衛生	ゴミや衛生害虫の発生など 衛生環境の悪化	有・無・不明	影響を与える行為はない
	8	廃棄物	建設廃材・残土、廃油、 一般廃棄物などの発生	有・無・不明	発生する残土はわずかである
	9	災害（リスク）	地盤崩壊・落盤、事故などの 危険性の増大	有・無・不明	災害を誘発する行為はない
自 然 環 境	10	地形・地質	掘削・盛土などによる価値ある 地形・地質の改変	有・無・不明	地形・地質の改変はない
	11	土壌浸食	土地造成・森林伐採後の雨水に よる表土流出	有・無・不明	新たな浸食はごくわずかである
	12	地下水	掘削工事の排水などによる涸渇、 浸出水による汚染	有・無・不明	地下水位の大きな変化はない
	13	湖沼・河川流況	埋立や排水の流入による流量・ 河床の変化	有・無・不明	影響を与える行為はない
	14	海岸・海域	埋立や海況変化による海岸浸食 や堆積	有・無・不明	海岸から遠く離れている
	15	動植物	生息条件の変化による繁殖阻害、 種の絶滅	有・無・不明	樹木の伐採量はごくわずかである
	16	気 象	大規模構造や建築物による 気温・風況などの変化	有・無・不明	影響を与える行為はない
	17	景 観	造成による地形変化、構造物に よる調和の阻害	有・無・不明	影響を与える行為はない
公 害	18	大気汚染	車両や工場からの排出ガス、 有害ガスによる汚染	有・無・不明	ごく限られた場所に限定する
	19	水質汚濁	土砂や工場排水などの流入による 汚染	有・無・不明	ごく限られた場所に限定する
	20	土壌汚染	粉塵やアスファルト乳剤などに よる汚染	有・無・不明	影響を与える行為はない
	21	騒音・振動	車両・航空機・工場などによる 騒音・振動の発生	有・無・不明	ごく限られた場所に限定する
	22	地盤沈下	地盤変状や地下水位に伴う 地表面の沈下	有・無・不明	影響を与える行為はない
	23	悪 臭	排気ガス・悪臭物質の発生	有・無・不明	影響を与える行為はない
総合評価： I E E あるいは E I A の実施が必要となる開発プロジェクトか				要・不要	深刻な環境影響は想定されない

JICA 開発調査環境配慮ガイドライン「III. 道路」フォーマットを使用

技術基準は道路局が主体となり設計基準やマニュアル、ガイドラインの作成を行っている。主な技術基準としては次のものがある。

「舗装設計マニュアル」	(Manual on Pavement Design)
「幾何学設計基準」	(A Guide on Geometric Design of Road)
「自転車道路設計基準」	(A Guide to the Design of Cycle Track)
「平面交差点設計基準」	(A Guide to the Design of At-Grade Intersections)
「交通信号機設計基準」	(A Guide to the Design of Traffic Signals)
「防護柵設計マニュアル」	(Manual on Design Guidelines of Longitudinal Barrier)
「橋梁設計マニュアル」	(Manual on Bridge Design)
「道路工事標準仕様書」	(Standard Specification for Road Works)
「道路工事標準図面集」	(Standard Drawing for Road Construction)
「道路付帯施設マニュアル」	(Manual on Traffic Control Devices)

2 - 3 調査の基本方針

本格調査は、マレイシア政府と締結した実施細則(S / W)及びこれを補完する協議議事録(M / M)に基づき、以下のような基本方針に従い調査を実施することが望ましい。

(1) 調査の目的

マレイシア政府の要請に基づき、Federal Road(国道)を対象とする道路法面管理の改善を目的とする調査を実施する。具体的には、道路法面管理ガイドラインの策定、これを支援する情報システムの開発を柱とし、この実施に必要な組織改善、人材育成計画を策定するものとする。

本調査により作成されるガイドラインは、具体的な道路法面管理の方法、手順などを示すものとし、「道路防災総点検要領」、「防災カルテ作成・運用要領」などの内容をイメージする。コンピューターシステムは、個別路線の道路法面管理の支援に供するものとし、GISによる道路路線図、地形図、ガイドラインに基づき作成されたハザードマップなどの図面管理、データベースによる個別法面の諸情報の管理、並びに経時(年)変化を把握するための防災カルテ管理を行う。また、これに基づく対策の優先順位などが得られるものとする。

(2) 調査コンポーネント及び期間

本格調査は2つのフェーズに分けられる。フェーズ Ⅰ では、調査期間は約6か月程度とし、道路防災管理に係る現状の把握及び既存データの収集、現地踏査を踏まえた道路法面災害メ

カニズムの調査、既存の対策工法のマニュアルに対する改善助言、道路防災管理方法とこれを支援するシステムの基本設計を行い、ケーススタディ対象の選定までを対象とする。

フェーズ Ⅱ では、フェーズ Ⅰ で選定された対象路線について、ケーススタディを実施し、この結果を踏まえ、諸ガイドラインを整備し、情報システムの構築・運用、必要となる組織改善、人材育成計画の策定までを行う。調査期間は約 12 か月程度と想定する。

(3) セミナー及びワークショップ

現状のマレイシアにおける道路法面管理は、実際に崩壊が発生したあとの対応に追われている状態であり、法面災害防止のための対策はほとんど行われていない。本調査の実施にあたっては、J K R 本部のみでなく、実際に道路法面管理を現場で行っている District レベルの地方事務所の技術者からのフィードバックを得る必要があり、そのために必要なセミナー及びワークショップを本格調査期間中に実施する。

実施するセミナー、ワークショップは以下のような時期及び内容が想定される。

インセプションレポート協議時

セミナー：日本の道路防災管理手法及び情報システムの紹介

プロGRESSレポート(1)協議時

セミナー：法面崩壊のメカニズムと点検項目

ワークショップ：法面防災管理実施体制のレビューと改善計画

ケーススタディ実施中

ワークショップ：法面防災管理実施体制改善の具体化と情報システムの活用

最終報告書協議時

セミナー：最終報告書の内容のプレゼンテーション

2 - 4 調査対象範囲

調査対象は、マレイシア国道とし、フェーズ Ⅱ の現地調査の対象は、以下にあげる 6 路線(マレー半島 5 路線、サバ州 1 路線)とする。フェーズ Ⅱ においては、このうち 1 ～ 2 路線、50 ～ 100km をめどとして適当な路線を選定し、ケーススタディを行う。

フェーズ Ⅱ 現地調査対象路線

- 1) East-West Highway, Federal Route 4(124km)
- 2) Cameron Highlands Road, Federal Route 59(65km)
- 3) Gap-Fraser' Hill Road, Federal Route 56(6km)

- 4) Kuala Kubu Bharu-Gap-Teranum Road, Federal Route 55(54km)
- 5) Penang Road, Federal Route 6(56km)
- 6) Tambunan-Keningau Road(Sabah)(49km)

2 - 5 調査項目とその内容・範囲

本件調査の実施にあたっては、マレーシアへの技術移転に配慮することとし、調査業務の計画・実施はカウンターパートと十分な協議、打合せの下に行うこととする。また、使用する各種のデータ及び調査手法が調査終了後にマレーシア側で活用可能となるように調査方法を工夫するとともに、調査期間中の技術移転プログラムを調査工程に含めることとする。

調査の内容は、以下のように考えられる。

[1] 国内準備作業

(1) 関連資料・情報の収集・分析

事前調査で収集した資料を含む既存の関連資料・情報を整理・分析・検討し、第 1 次現地調査での作業内容、重点項目を把握する。また、計画策定において必要となるデータ類を整理し、現地で追加収集する必要があるものを抽出する。

(2) 調査の基本方針、方法、工程、手順等の検討

関連資料・情報の検討結果を踏まえ、調査実施の基本方針、方法、項目と内容、工程、手順、実施スケジュールを検討する。なお、各種データの分析方法、調査期間中の技術移転のためのプログラムについても検討する。

(3) インセプションレポートの作成

上記の内容を取りまとめて、インセプションレポートを作成する。

(4) セミナー I の準備

JICA 及び作業監理委員などと打合せのうえ、インセプション・レポート協議時に行うセミナーのプログラムを検討し、資料などを取りまとめる。

なお、セミナーの主要テーマは、「日本の道路防災管理手法及び情報システムの紹介」とする。

[2] 第 1 次現地調査

(1) インセプションレポートの説明・協議

- 1) [1]にて作成したインセプションレポートをカウンターパートへ説明し、了解を得る。
- 2) 事前調査の質問書を再検討し、更なる情報提供を要請するとともに、必要に応じて関係機関へのヒアリングを実施する。

(2) セミナー I の開催

インセプションレポートの説明・協議の終了時に、「日本の道路防災管理手法及び情報システムの紹介」を主要テーマとしてセミナーを実施する。セミナーの対象は J K R 本部及び本調査に関連する機関、実際に道路法面管理を現場で行う District の技術者とする。

(3) 現況調査及びデータ収集・分析

道路法面災害の現状、災害対策、管理やメカニズムに関する下記の資料及びそのほか必要な資料などを収集し、以下の項目に従って、現況の分析、把握を行う。

1) 既存資料の収集・分析及び関連調査・計画のレビュー

ア．自然条件

調査対象地域の、道路法面災害や対策、管理条件に係る自然条件(降水量データ、地形図、地質図、土壌図、植生図、そのほか関連調査報告書)

イ．環境条件

道路建設に伴う環境アセスメント関連資料、環境規制、森林保全及び土壌浸食など

ウ．社会・経済条件

道路の重要性和法面災害が社会・経済に与えるダメージ

エ．道路開発計画・政策

現在までの道路開発の状況の分析と道路開発計画のレビュー

2) 道路法面の現行の設計基準と施工法

道路法面の現行の設計基準(切り土斜面、盛土斜面における適性法勾配、排水条件、法面保護方法など)と施工法について取りまとめる。

3) 道路法面災害の現状

過去に発生した道路法面災害の種別や被害の規模、対策工や費用などについて整理、分析する。また、これまで行われている道路防災管理の方法についても取りまとめる。

4) 道路法面管理の実施体制

現状のマレイシア国道全般に係る道路維持管理の実施体制について、組織、人員配置などを調査する。また、州などが管理している地方道路についても、主要道路の維持管

理体制の状況を調査する。

(4) サイト調査

以下に示す対象 6 路線について、対象サイトをそれぞれの担当調査団員が踏査し、道路法面の現状、災害の種別、規模、危険度、対策工の良否、斜面崩壊の特性、要因などについて評価する。対象路線でそれぞれ災害の種別や規模がことなることが予想されるため、特にそれらの要因となる地形・地質状況には留意すること。災害の種別としては、斜面崩壊、岩石崩壊、地すべり、土石流が該当する。また、災害対象は切り土斜面と盛土斜面、及び道路を横断する河川部とする。

対象路線

- 1) East-West Highway, Federal Route 4(124km)
- 2) Cameron Highlands Road, Federal Route 59(65km)
- 3) Gap-Fraser' Hill Road, Federal Route 56(6km)
- 4) Kuala Kubu Baharu-Gap-Teranum Road, Federal Route 55(54km)
- 5) Penang Road, Federal Route 6(56km)
- 6) Tambunan-Keningau Road(Sabah)(49km)

(5) 道路法面崩壊のメカニズム解析

(3)で収集・解析した既存資料と(4)のサイト調査結果より、道路法面崩壊のメカニズムについて整理する。その際、崩壊と降雨、崩壊と地形、地質の関係などを考慮する。

(6) 道路法面災害の危険度区分

道路法面の危険度区分については、災害発生危険性と被災による影響度合いの両面から評価する。評価項目としては以下の条件を考慮すること。

ア．災害発生危険性：

地形(勾配、地表変状)、地質(地質の種類、地層の走向・傾斜、割れ目の頻度と方向、風化の程度)、地下水、植生(種類、密集度)、被災対象物と道路との関係など。

イ．被災による影響度合い：

災害発生可能性と規模、道路機能に与える社会、経済的影響など。

(7) 既存の道路防災情報システム

既存の道路防災情報システム(SMS , MEHMS , SPRS)の用途、仕様、運営状況について評価し、問題点や改善点について評価する。

(8) 点検・調査・モニタリング手法及び維持管理計画の策定

緊急対策が必要な斜面や監視が必要な斜面についての判断基準や、その後の対策や地質調査・モニタリング手法の概要を整理する。また、具体的な道路法面管理の方法、手順を示す、道路防災管理ガイドライン(案)の方向性と記述内容の概要などの基本方針について取りまとめを行う。さらに、第2年次に実施するケーススタディの対象路線については、災害種別に応じてそれぞれ防災カルテを作成するものとするが、その際の指針となる作成要領や道路防災総点検要領について取りまとめる。

なお、取りまとめにあたっては、「道路防災総点検要領」、「防災カルテ作成・運営要領」(以上財団法人道路保全技術センター刊)などの内容を参考とする。

(9) 防災管理情報システムの運用計画・概念設計

以下に示す道路防災システムの基本構造や入力データの更新方法やデータベースの維持管理について、検討し、概要を取りまとめる。また、今回構築するGISをベースとする下記の管理システムの基本項目についてもその概要を取りまとめる。

ア．システムの全体構成(図面管理データベース、地図管理データベース、点検結果管理データベースなどの全体構成と使用するハードウェア)

イ．データベース項目(入力項目、データ仕様)

ウ．計算処理方法(危険度評価、対策工、地質調査・モニタリングの優先度評価、概算工事費算出)

エ．システム運用イメージ(システムのイメージ、データ更新体制、システムの保守管理体制)

(10) ケーススタディ対象路線の選定

対象とした6路線のなかから、道路防災管理システムを構築するための条件がそろっている1～2路線(総延長50km、対象斜面数500箇所程度)を選定する。選定にあたっては、地質情報の量と質、災害種別がそろっている、管理記録があるなどの条件に考慮する。

(11) プロGRESSレポート(1)の作成・説明・協議

(1)～(10)の調査結果をPROGRESS・レポートにまとめ、先方政府関係者に提示し、説明・協議を行い、同レポートの内容について合意を得る。

(12) セミナーの準備・開催

PROGRESSレポート(1)の説明・協議時に、それまでの調査で得られた事例を使用し、

「法面崩壊のメカニズムと点検方法」を主要テーマとしてセミナーを実施する。セミナーの対象はＪＫＲ本部及び本調査に関連する機関、実際に道路法面管理を現場で行うDistrictの技術者とする。

(13) ワークショップⅠの準備・開催

「法面防災管理実施体制のレビューと改善計画」をテーマとするワークショップを準備し、(12)と同時期に開催する。ワークショップの結果は、調査へフィードバックすること。

[3] 第1次国内作業

(1) 道路設計・施工の改善案

対象6路線で得られた調査結果と日本の事例を参考に、新設又は補修対象となる道路法面の設計・施工の改善案を提言として取りまとめる。

(2) インタリムレポートの作成

調査結果の追加解析及び国内調査結果をインタリムレポートにまとめる。本レポートでは第2年次の調査計画についても記述する。

[3] 第2次現地作業

(1) インタリムレポートの説明・協議

インタリムレポートを先方政府に提示し、説明・協議を行い、レポートの内容について合意を得る。

(2) ケーススタディ

具体的な道路防災管理システム構築のための基礎資料を得ることを目的として、第1年次に選定した路線について、測量、地質調査、防災カルテの作成、モニタリング器材の設置／観測を行う。また、具体的なモニタリング手法の技術移転を行う。

また、3地点程度をめぐり、ケーススタディ対象区間の中から最もモニタリングにふさわしい地点を選び、精度の高い地形図の作成、地質調査を行う。

1) 測量業務(現地再委託業務)

ア．航空写真撮影及びデジタル・オルソフォト図面と地形図のプロット

ケーススタディとして選定された道路区間について、航空写真撮影及びデジタル・オルソフォト図面と地形図のプロットを行う。航空写真は立体視鏡での危険地域の判読に使用する。地形図は道路防災管理システム中にデジタルデータとして取り込む。

測量仕様は以下のとおりとする。

航空写真撮影：縮尺：1 / 10,000、長さ 50km × 幅 2 km(道路の片側 1 km) = 100km²
をめどとする。

デジタル・オルソフォト図面：縮尺：1 / 20,000、等高線間隔(5 又は 10m 程度)

地形図作成(プロット)：縮尺：1 / 5,000

イ．現地平面図測量 / 横断測量

選定したモニタリング対象地点(3 地点をめどとする)について、精度の高い地形図を作成する。また、選定した地点の主断面の横断測量を実施する。成果はデジタル化し、道路防災管理システムに取り込む。

仕様は以下のとおりとする。

平面測量範囲：500m × 500m × 3 地点

横断測量：1 断面 × 3 箇所

縮尺：1 / 1,000

2) 地質調査(現地再委託業務)

選定したモニタリング対象地点(3 地点をめどとする)について、詳細な地質調査を実施し、表層すべりや地すべり、崩壊の規模や形状、原因を調査する。

仕様は以下のとおりとする。

ア．ボーリング調査(鉛直コアーボーリング)：

掘進長：20m × 3 孔 × 3 地点 = 9 孔(総延長 180m)

標準貫入試験(S P T)：10 回 × 3 孔 × 3 地点 = 90 回

イ．物理探査

選定したモニタリング対象地点(3 地点をめどとする)について、地盤の風化状況、地下水位状況などを把握するため、地盤状況を物理探査を用いて把握する。

弾性波探査：1 測線(200m) × 3 地点、崩壊の主断面で実施

電気探査(比抵抗影像法)：1 測線(200m) × 3 地点、弾性波探査と同じ測線で実施

3) 防災点検の実施、並びに防災カルテの作成(現地再委託業務)

ケーススタディ対象道路区間について防災点検を実施し、このうち、危険斜面及び溪流(表層すべり、浸食、地すべり、岩石崩壊、土石流など)について、防災カルテの作成を行う。

防災カルテ作成の詳細な仕様は、事業と協議のうえ決定するものとし、点検要領は、業務開始前に、調査団が再委託先に指導する。

4) モニタリング器機の設置・観測(一部現地再委託)

モニタリング機器は雨量計、伸縮計、孔内傾斜計、間隙水圧計の 4 種類とし、設置は

現地再委託によって実施するものとする。設置場所や深度については調査結果を勘案して決定する。観測については、調査期間中は担当団員が行う。

5) 水文・環境調査

情報システムに入力すべきアイテムを精査し、これに基づき、対象道路区間の水文及び自然環境、社会環境を調査する。

6) 道路斜面データベースとモニタリングシステムの策定

下記[4]第2次現地調査(8)道路防災管理情報システム構築と並行して、ケーススタディにおいて、道路防災管理システムの入力基本データとなる斜面データベースのを作成する。また、斜面の危険度評価を継続的に行うモニタリングシステムの策定を行う。

7) 実施体制の改善計画

ケーススタディ対象道路の道路法面維持管理のために必要な組織、人員を検討し、現状の体制と比較したうえで、具体的な改善計画を策定する。

8) 斜面防災対策の検討及びプロジェクト評価

ケーススタディ結果に基づいて斜面の危険度を評価し、対策工が必要な斜面については斜面防災対策工の検討を行い、適切と考えられる対策工の種別や概括的な規模を示す。また、当該路線の維持管理計画、経済・財務分析、環境影響、住民移転等の社会影響などを含めた総合的な評価を行うとともに、事業実施に向けて、さらに検討すべき事項を取りまとめる。

主要な対策箇所(3箇所をめどとする)については、対策広報の決定、概略設計・積算を行い、事業費の算定、施工計画を策定する。

なお、この検討はシステムでの必要対策工事費を算定する基礎資料として活用する。

(3) 道路防災管理ガイドライン作成

ケーススタディの結果を踏まえ、[2]第1次現地調査(8)点検・調査・モニタリング手法及び維持管理計画の策定に基づいて、道路法面管理のための「道路防災管理ガイドライン」を作成する。

ガイドラインには道路防災管理の基本方針、防災カルテの作成要領、斜面の評価方法と危険度区分、対策工法の適用と評価手法、工事費の算定基準、管理体制とデータ更新方法、モニタリング方法などを記述する。

(4) 道路防災管理情報システム構築(一部現地再委託)

[2]第1次現地調査(9)防災管理情報システムの運用計画・概念設計に基づき、ケーススタディの結果を踏まえ、下記の手順により、道路法面管理のための「道路防災管理情報シ

ステム」を構築する。

1) システム設計

ア．ケーススタディの結果を受けて、フェーズ の機能検討結果を見直し、詳細な必要機能を決定する。

イ．システムで取り扱うデータについて、データ項目、データ形式、データ長、データ数などを決定し、データベース構造の設計を行う。

ウ．本システムを構築するためのDBMS、GIS、システム開発ツールなどの汎用基本システムを検討する。

エ．画面遷移、処理手順などを検討し、システムの処理フローを設計する。

オ．上記結果をシステム設計書として取りまとめる。

2) プログラム設計

ア．システム設計書を基に、モジュール分割を行い、モジュール構成を設計する。

イ．各モジュールの処理設計を行う。

ウ．設計成果をプログラム設計書として取りまとめる。

3) テスト仕様の作成

ア．動作確認の方法の方法、計算結果の確認方法について検討する。

イ．テストに使用するコンピューター環境について検討する。

ウ．テストに使用するデータの作成を行う。

エ．上記をまとめてテスト仕様書とする。

4) プログラム開発及びシステム構築(現地再委託)

上記のシステム設計書及びプログラム設計書を基にプログラムの開発を行う。できあがったプログラムについて、テスト仕様書を基にシステムの動作確認及び計算結果の妥当性を確認する。本作業は調査団担当者の指導の下で現地業者に再委託する。

5) データの入力

構築されたシステムに、ケーススタディで得られたデータを入力する。本業務は調査団担当者の指導の下で、入力作業員を備上して行う。

(5) 対策工事例とりまとめ

[2]第1次現地調査及びケーススタディの結果を踏まえ、日本などの参考事例を活用しつつ、道路法面管理対策設計・施工の事例集を取りまとめる。

(6) 組織改善・人材育成計画

[2]第1次現地調査及びケーススタディの結果を踏まえ、マレーシア国道の道路法面維

持管理に係る事業実施体制の改善策、組織強化、人材育成プログラムなどを取りまとめる。

業実施体制の改善策、組織強化、人材育成計画の取りまとめにあたっては、マレーシア政府が進めている民間企業活用、政府内の実施部門の民営化の促進などの動きに留意すること。また、必要に応じ、州の道路管理の組織との関係についても言及する。

(7) プロGRESSレポート(2)の作成・説明・協議

第2次現地調査開始後4～5か月目をめどとして、ケーススタディの途中経過及び防災監理ガイドライン、対策工事例、組織改善・人材育成計画に関する、それまでの調査結果をPROGRESS・レポートにまとめ、先方政府関係者に提示し、説明・協議を行い、同レポートの内容について合意を得る。

(8) ワークショップ 準備・開催

「法面防災管理実施体制改善の具体化と情報システムの活用」をテーマとするワークショップを準備し、PROGRESSレポートの説明、協議時に開催する。ワークショップの結果は、調査へフィードバックすること。

(9) 総合評価・提言

ケーススタディの結果を踏まえ、マレーシア全国の国道を対象とする道路法面防災管理のための調査、情報システム構築、組織改善及び人材育成の実施に係る実施プログラムを策定のうえ、道路斜面管理にかかわる予警報や交通規制、住民避難、迂回路確保などのソフト面についても考慮して、経済・財務分析を分析し、総合的な評価を行う。また、今後の道路法面防災管理の強化に向けて今後果たすべき事項についても十分検討し、調査のまとめとする。

[4] 第2次国内作業

(1) ドラフトファイナルレポートの作成

上記[3] (17)～(25)の作業を継続して行い、全調査結果に基づき、ドラフトファイナルレポートを作成する。

(2) 技術移転用ビデオの作成

調査の概要を取りまとめた技術移転用ビデオを作成する。

第1次及び第2次現地調査の様子を盛り込み、現場の維持管理担当者に分かりやすいよう、配慮すること。

[5] 第 3 次現地調査

(1) ドラフトファイナルレポートの説明・協議

ドラフトファイナルレポートをマレーシア側へ説明・協議する。

(2) セミナー の準備・開催

ドラフトファイナルレポートの説明・協議時に、調査結果で得られた知見や提言をまとめた技術移転セミナーを実施する。

[6] 第 3 次国内作業

ファイナルレポートの作成

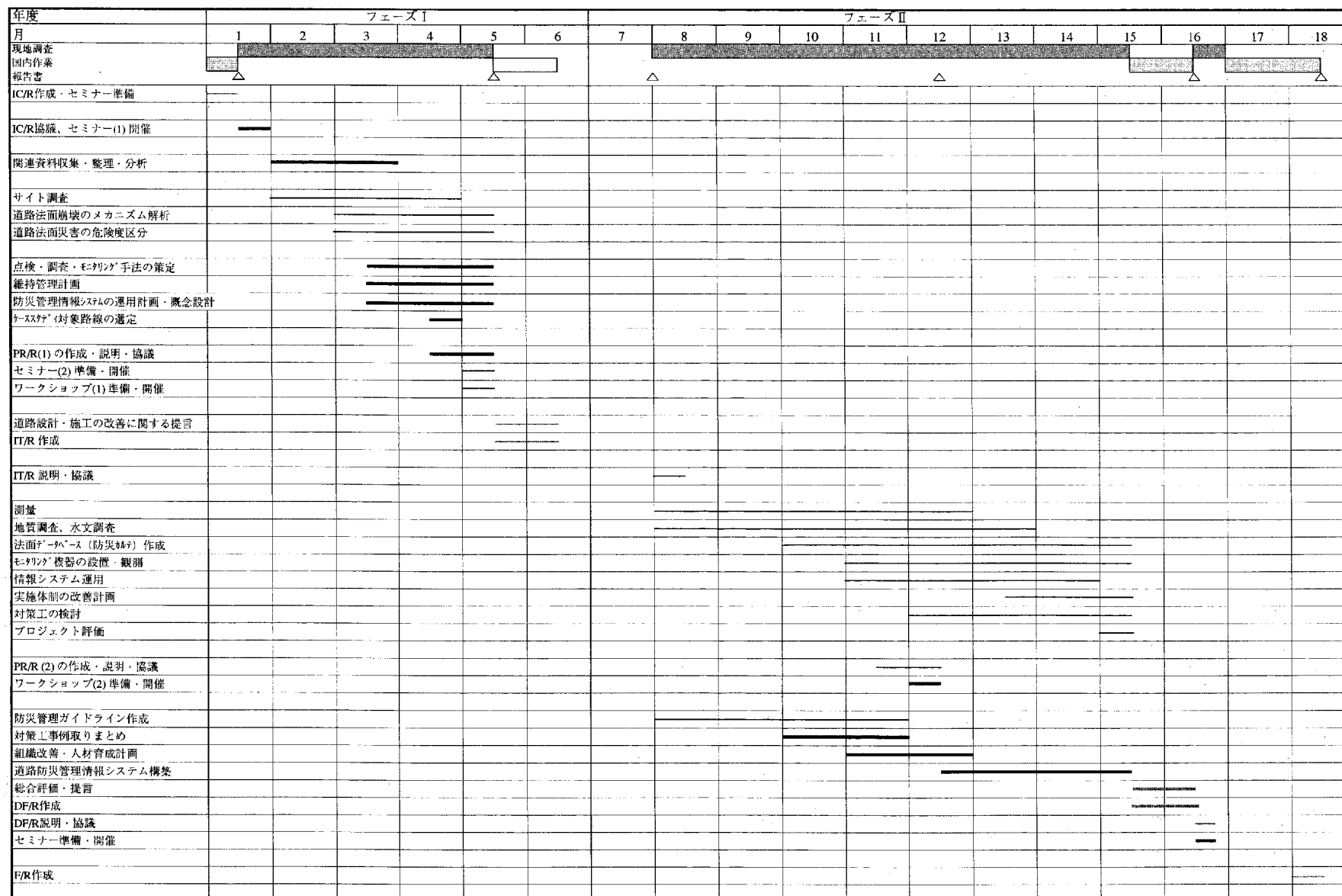
ドラフトファイナルレポートに対するマレーシア側のコメントを受けてファイナルレポートを作成し先方政府へ提出する。

2 - 6 調査フローと要員構成

調査団員の構成は、以下を原則とし、調査フローは表 2 - 3 を基本とする。

- (1) 総括 / 道路防災計画・管理
- (2) 道路防災対策
- (3) 地質工学(斜面防災)
- (4) 地質工学(砂防)
- (5) 土質調査・計測
- (6) 水文調査 / 環境
- (7) 道路防災対策工設計 / 積算
- (8) 測量・地形図作成 04
- (9) 道路防災情報システム計画
- (10) 情報システム設計(G I S)
- (11) 組織・人材育成 / 社会経済分析

表2-3 全体調査フローチャート



2 - 7 調査実施上の留意点

道路防災管理上留意すべき斜面災害とは、切土斜面では斜面崩壊、地すべり、落石、岩石崩壊、雨裂性の崩壊がある。一方、盛土斜面では斜面崩壊、盛土のすべりが想定される。また、道路を横切る小河川では土石流やカルバートの排水能力不足による盛土崩壊を考慮する必要がある。災害種別の種類や用語については、明確な定義がなされていないので、調査の初期段階で定義しておく必要がある。

崩壊のメカニズムについては、特に降雨とすべりの関係が重要なファクターとなると考えられるため、連続雨量や雨量強度などの降雨データの収集に努めるとともに、でき得る限り両者の関係を明らかにする必要がある。

環境的な項目としては、工事中の濁水処理と対策工の周辺に与える警官環境が主として問題となる。工事中の濁水は特に切土の場合問題になるため、これらについての配慮が必要である。また、切土面に対する斜面保護工は完成後の切土に対する恒久的な濁水防止対策として重要と考えられるため、本業務でも検討する必要がある。

今回作成する道路防災管理システムでは、施設管理としての画像情報の管理機能や道路利用者の安全確保の観点からの通行規制条件の検索機能などを提案する必要がある。さらに、災害履歴に基づく管理を行うには、地質図、地形図、ハザードマップなどの地図情報を管理し、併せて、法面位置の正確な管理が行えるGISシステムの活用が必要である。また、現場とJKR本部とのやりとりについては、インターネットを介したWEB方式のシステムについても検討する余地がある。

本調査においては、道路法面管理ガイドライン及び情報システムへのフィードバックを目的とするケーススタディを実施し、道路法面管理の手法を具体的に適用し、情報システムを運用するが、特定路線の対策工の策定は、本調査の目的ではないため、あくまでも概略的なものとする。

本調査で開発されるコンピューターシステムは、既存のシステムは参考とするが、単独で完結するものとする。既存のSPRS自体の改善は本調査の中では行わないが、調査団は適宜必要な助言を行いつつ、調査中に収集するデータがJKRによって入力されることにより、拡充していくことが可能である。

調査中は、JKR Road Maintenance Unitがカウンターパート機関となるが、地質など

の専門分野の要員がほとんどいないため、Minerals & Geotechnical Departmentなどのリソースも活用することが望ましい。

マレーシア政府は行政機能を整理し、政府機関の民営化、業務の外部委託化などを図っており、JKRについても道路舗装などの維持管理部門の民営化計画がある。現場で道路管理に携わる組織は将来なくなり、すべての業務はコントラクトアウトすることが予想されるため、本調査においては、将来にわたりJKRに必要とされる機能と責任範囲を見極めたうえで、組織改善計画、人材育成計画を策定する必要がある。

なお、マレーシア側は日本の事例を視察するための10日間8名の研修を要望している。しかしながら、事実上8名の研修員枠の確保は困難であること、技術移転の観点からは、適当な対象者が存在すれば、実際の業務に携わる技術者の数か月にわたる日本での研修実施の方が有効であることも考えられるため、具体的な調査内容と、マレーシア側の調査実施体制を見極め、人数を絞り込み、研修内容を精査する必要がある。

2 - 8 各種データの入手可能性

(1) 社会経済データ

道路事業に係る登録車両数や交通量、交通量予測、交通事故、道路開発計画といった情報は公共事業省道路計画局(Highway Planning Unit, Ministry of Works)にて入手可能である。

1997年時点で登録されている車両数は次のとおり。

マレーシア国内の登録車両数(台)

二輪車	乗用車	タクシー	バス	トラック・バン	トレーラー	その他	合計
4,328,997	3,271,304	51,293	43,444	574,622	29,326	269,983	8,550,469

出所：MALAYSIAN ROADS General Information 1999

交通量調査は4月と10月の年2回、全土を対象に521の測定所をもうけ実施されている。また、これとは別に35か所に交通量レコーダーが設置され、車両別に24時間の交通量が随時、測定されている。

各州の人口や経済データなどの一般社会情報は、総理府統計局(Department of Statistics, Office of the Prime Minister)発行の「Yearbook of Statistics」(RM 25)や大蔵省(Ministry of Finance)発行の「Economic Report」(RM 60)を利用することができる。

(2) 自然条件データ

1) 地形・地質

マレーシアの国土基本地形図は、従来縮尺の 1 : 63,360 図(1 インチが 1 マイル)とメートル法による現行縮尺の 1 : 50,000 図(等高線間隔 20m)が全土をカバーしている。また、1 : 50,000 図を 4 分割した 1 : 25,000 図(等高線間隔 20m)や、1 : 10,000 の市街地図も整備されつつある。さらに基本地形図のデジタル化も進んでおり、1 : 50,000 図については全土の入力が終了し、1 : 25,000 図については 80% 程度が入力済みである。これらの基本地形図を管轄しているのは土地・開発協力省測量地図局(Department of Survey and Mapping, Ministry of Land and Cooperative Development)である。これらの基本地形図は、デジタル地図を含めて厳重な管理下に置かれ、その購入や使用に対して許可が必要になり、国外持ち出しが規制されている。

本件調査では、1 : 50,000 のデジタル・マップの使用が有効であると考えられる。30km × 30km のデジタル・マップが地図局のサービスセンターにおいて R M 100 で購入することが可能である。ただし、一部の地域については提供までに時間がかかる場合があるので、本格調査段階において事前の確認が必要である。

地図局のサービスセンターでは、許可を必要としない各種の地図も販売している。この中には等高線間隔 100m の 1 : 50,000(10 R M / 枚)図や、25,000 図(部分的、10 R M / 枚)が含まれ、道路の位置や周辺の土地利用を確認するのに役立つと思われる。図 2 - 9 にマレーシア半島の 1 : 50,000 図のインデックス・マップを示す。

地質関連資料は一次産業省鉱物・地質科学局(Minerals and Geoscience department, Ministry of Primary Industry)で入手可能である。鉱物・地質科学局内にはサービスセンターがあり、全国土をカバーする 1 / 500,000 の地質図をはじめ、各種地質図や地質に関する報告書を一般むけに販売している。ここで販売している資料については事前の許可は必要としない。

2) 航空写真

航空写真は基本地形図と同じく測量地図局が管轄し、その購入や使用に対して許可が必要になり、国外持ち出しが厳重に規制されている。購入方法は測量地図局内のサービスセンターで飛行ルートや撮影日、縮尺が記載された 1 : 63,360 図を確認のうえ、対象となる地域の航空写真のコピーを購入する。価格は白黒 10 R M / 枚、カラー 20 R M / 枚で、返却する必要はなく、本件であれば J K R が使用後、所有することになる。

事前調査期間中に対象 6 路線のうち 3 路線について既存の航空写真を確認した。その結果は次のとおり。ただし、どの航空写真も道路調査を目的として撮影されたものでないた

め、部分的に道路が途切れてしまう場合もある。

既存航空写真の概略

	Gap-Fraser's Hill Road	K. K. Baharu-Teranum Road	Penang Road
縮尺	1 : 20,000	1 : 20,000	1 : 20,000 , 1 : 10,000
撮影日	1996 / 4 / 23	1991 / 4 , 1996 / 4 / 23	1998
写真 No.	F1116L3S	F845L2S , F1116L5N	FC1187 シリーズ

3) 気象・水文

マレーシアで気象観測を実施しているのは科学技術環境省マレーシア気象局(Malaysia Meteorological Service, Ministry of Science, Technology and the Environment)、全国で 33 か所の主要気象観測ステーション(Principal Meteorological Station)、102 の気象観測所(Climatological Station)及び 141 の雨量観測所(Rainfall Station)をもうけ、観測を実施している。観測は 1940 年代から実施されているが、ある程度まとまった資料になっているのは 1950 年代以降の観測結果からである。

マレーシア気象局内にはサービスセンターがあり、気象に関する資料を一般むけに販売している。降雨量に関するまとまった資料としては、「Climate Summary Malaysia」(無料)、「Annual Summary of Meteorological Observations」(R M 100)、「Monthly Abstract of Meteorological Observations」(R M 30)がある。さらに詳細な時間雨量といったデータについてもサービスセンター内のコンピューターから有料でアウトプットが可能である。

農業省灌漑排水局(Department of Irrigation and Drainage, Ministry of Agriculture)でも独自で水文観測を実施しており、降雨量や河川流量に関するデータを所有している。ただし、気象局のような一般むけのサービスセンターは存在しない。

図 2 - 9 にマレーシア半島の 20 年確率の時間雨量を示す。

4) その他

地震の観測はマレーシア気象局が実施している。しかしながら、マレーシアは地震帯に属していないことから、半島側ではほとんど地震の発生はなく、ボルネオ島でも小規模な地震が観測されているにすぎない。

土壌図や土地利用図は農業省農業局(Department of Agriculture, Ministry of Agriculture)で作成している。また、農業局では G I S システム(ARC/INFO)を使用した土地利用、土壌、土壌浸食危険地域などのデジタル情報も所有している。

G I S システム(ARC/INFO)は灌漑局や鉱物・地質科学局、科学技術環境省環境局

(Department of Environment, Ministry of Science, Technology and the Environment)
にも存在し、土地利用状況や地形・地質情報が入力されている。

(3) 環境データ

環境関連の資料は科学技術環境省の下部組織から入手可能である。大気や水質、公害など環境の質に関するデータや環境アセスメントは環境局の管轄である。野生生物・保護区に関する資料は野生動物・国立公園局(Department of Wildlife and National Parks)の管轄である。また、マレーシア・リモートセンシングセンター(Malaysian Centre for Remote Sensing)では衛星画像解析を実施している。

(4) ローカルコンサルタントの能力

マレーシアにおけるローカルコンサルタントの能力を調査した。結果は以下のとおりである。

地質調査関係：

マレーシアには、コンサルタントエンジニアリング会社の業界団体(ACEM : Association of Consulting Engineers Malaysia)があり、1999年度の時点で68社が登録している。ここに登録している会社は土木設計や環境、地質調査を行う会社である。今回の調査では、これらのうちから、技術力が高く、実績のある6社を選んで、ヒアリングを行った。その結果、次ページの表中の上位3社が技術力、実績とも信頼性が高いと評価できた。また、そのほかの3社については、技術力、実績ともあるが、今回のJICA業務を行うには、やや技術面で信頼性に欠けると評価される。

測量関係：

マレーシアには、測量業務の登録会社(Licensed land Surveyor : Land Surveyors Board)が1999年度時点で200社程度ある。これらのうち、今回の業務(航空写真撮影、デジタルマップ作成等)を実施できる能力があると考えられる会社は次ページの表に示した4社である。これら4社のうち、技術力、実績とも信頼性が高いのは上位2社である。

道路防災管理システム

マレーシアには、多数のソフト関連会社が存在する。そこで、JKRからの推薦及びインターネット検索よりヒアリング対象会社を3社選定した。これらの会社は、マレーシアの現地の会社、いずれもデータベース、GIS、C/Sシステム、WEBシステム

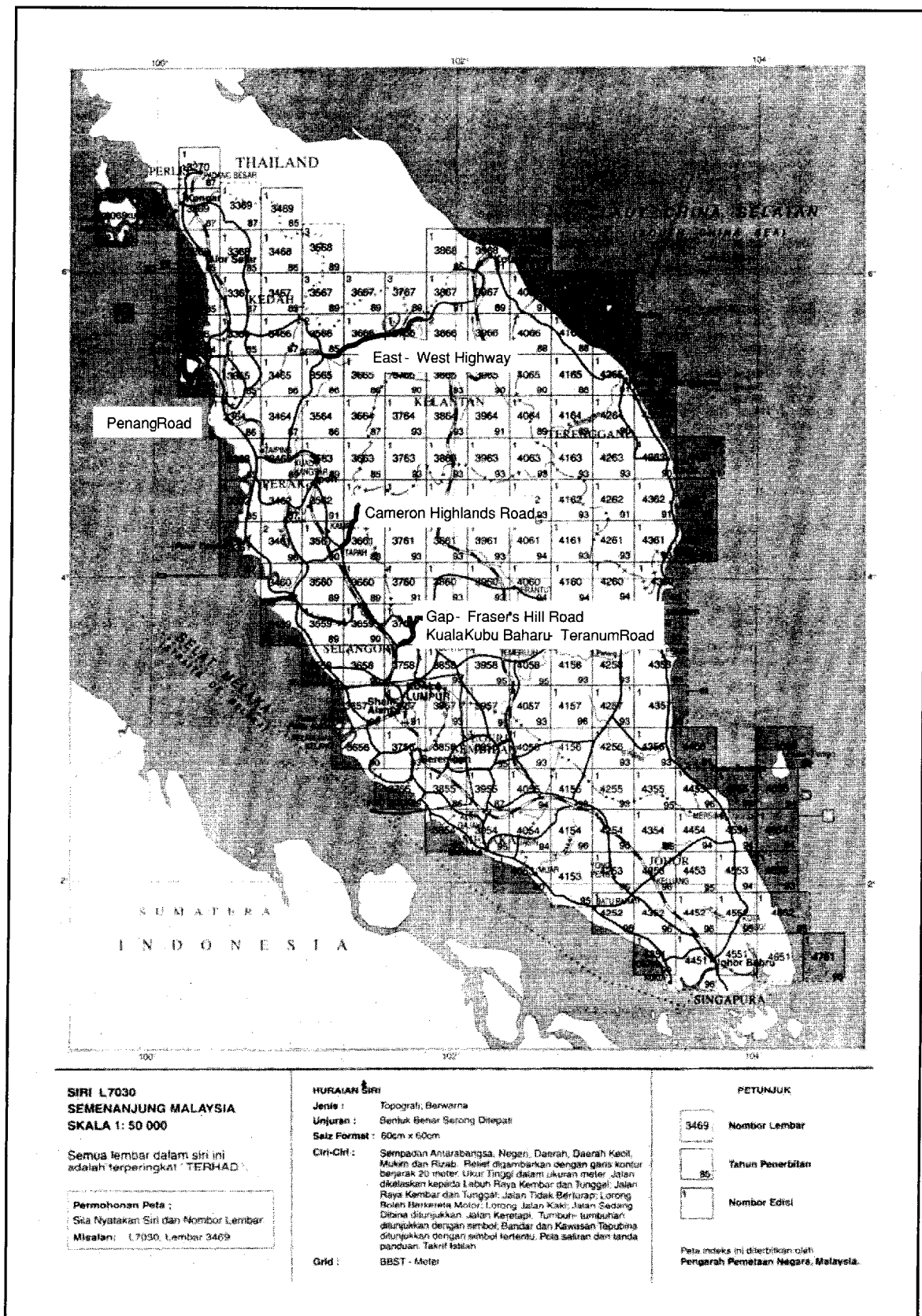
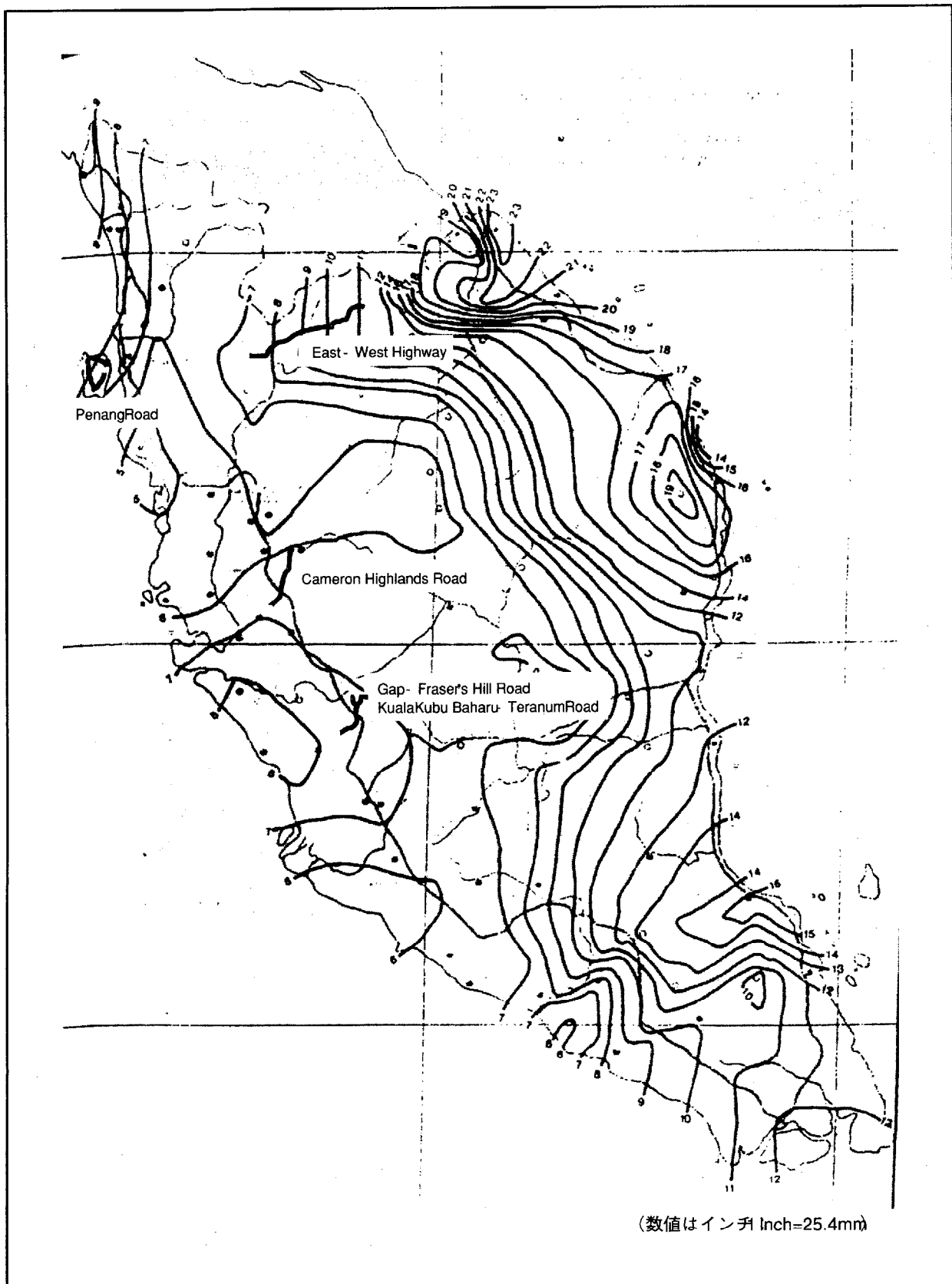


図 2-5 1:50,000 図インデックス・マップ(マレーシア半島)



出所: Urban Drainage Design Standards and Procedures for Peninsular Malaysia 1975

図 2 - 9 20 年確率時間雨量 (マレーシア半島)

構築に十分な実績があり、スタッフもそろっている。今回の業務は一般的なソフト開発と違って、使用者の利便性を考えた、汎用性のあるシステムを構築する必要がある。そのために、本業務を委託する場合は、担当調査団員の指導、監督が不可欠と判断される。

表 2 - 4 地質調査会社

	項 目	会 社 名	担 当	住 所	TEL, FAX	備 考	評価
1	地質	SSP GEOTECHNICS SDN. BHD.	Tan Slow Meng, Simon	Level 6,Wisma SSP, 1, Jalan SR 8/3, Serdang Raya Seksyen 8, 43300 Seri Kembangan, Selangor	TEL: 03-89433366 FAX: 03-89439037	マレーシアで最大のコンサルタント会社である Sepakat Setia Perunding Sdn. Bhd. の子会社。 地盤コンサルタントを専業とする。技術者数は17 名。ISO9001を取得。政府、民間からの受注が多い。 斜面安定に関する業務も多い。	
2	地質	ARUP JURURUNDING SDN. BHD.	Yee Yew Weng	Nos. 25-28, Jalan Ara SD 7/3B Bandar Sri Damansara 52200 Kuala Lumpur	TEL: 03-6332223 FAX: 03-6332227	1983年に設立された135名規模の総合コンサルタン ト会社。設計を主体とする会社。地盤部門には12名 の技術者が在籍している。Genting Highlands 道 路の斜面对策設計を担当した会社。香港にオフィス を持っている。	
3	地質	GUE & PARTNERS SDN> BHD.	Ir.Dr.Gue See Sew	1-2(2nd Flr.) Jalan 8/146, The Metro Centre, Bandor Tasik Selatan, 57000 Kuala Lumpur	TEL: 03-9595396 FAX: 03-9595869	地盤、環境関係を専門とするコンサルタント会社。 技術者は18名。1992年に設立。民間企業からの受注 が多い。斜面防災業務の経験が多数ある。	
4	地質	T & T CONSULT SDN. BHD.	Ir. Steven Young	55-3 Jalan SS 23/15, Taman Sea, 474000 Petaling Jaya, Selangor	TEL: 03-7044198 FAX: 03-7045299	1972年に設立された土木設計、地盤調査、水資源開 発を得意とするコンサルタント会社。技術者は40名 程度。道路調査の実績あり。	○
5	地質	PERUNDING ZNA SDN. BHD.	Chog Kwong Yean	B-3A-6、Megan Phileo Promenade, 189 Jalan Tun Razak 50400 Kuala Lumpur	TEL: 03-21626300 FAX: 03-21627300	1994年に設立。50名程度の設計を得意とする会社。 JKR の業務実績は多い。斜面崩壊を降雨で解析する 独自ソフト(CHASM)を開発。地盤関係の業務経験が 少ない。	○
6	地質	JW GEOTECHNICAL CONSULTANT	John Wong Chin Kok	3rd flr., Lot 9, Lorong Margosa, Jalan Kolam, Luyang Phasw 8, 88300 Kota Kinabalu, Sabah Malaysia	TEL: 088-249918 FAX: 088-249917	1991年設立の、工事と設計・調査を行う地盤関係を 得意とする会社。サバ州の道路災害対策を多く行っ ている。	○

：技術力、実績とも信頼性が高い ○：技術力、実績ともあるが、やや信頼性に欠ける。

表 2 - 5 測量会社

	項 目	会 社 名	担 当	住 所	TEL, FAX	備 考	評価
1	測量	JURUKUR PERUNDING SERVICES SDN. BHD.	Kong Hin Yew	116 Jalan Radin Anum 1 Bandar Baru Seri Petaling 57000 Kuala Lumpur	TEL: 03-9585488 FAX: 03-9582786	1974年に設立された測量専門会社。JICA業務の経験がある。従業員400名程度で規模的には国内で最大の会社。航空写真測量から地上測量、デジタル地図、GISまで幅広く手がけている。	
2	測量	GEOMATICS DATASERVICES SDN. BHD.	Yap Tuck Lin	109 Jalan Aminuddin Baki Taman Tun Dr. Ismail 60000 Kuala Lumpur.	TEL: 03-7171296 FAX: 03-7175411	大手測量会社の JURUKUR PERINTIS SDN. BHD. から1991年に独立した会社。航空写真測量、デジタル地図、GISを得意とする。従業員100名程度でJICA業務の経験がある。	
3	測量	JURUKUR MUTIARA	Mohaizibin Bin Mohamad	11-3, Jalan Jelatek 2 Jelatek Business Park 54200 Kuala Lumpur	TEL: 03-4560834 FAX: 03-4561328	1995年設立の航空写真測量、デジタル地図、GISを専門とする会社。従業員20名程度の会社。JKRの業務も行っている。	○
4	測量	GROUND DATA SYSTEMS SDN.BHD.	Hj. Wan Ibunl Bahar	No4, Crystal Plaza, Level 2/Lobby 2, Jalan 51A/223, 46000 Petaling Jaya, Selangor	TEL: 03-7579414 FAX: 03-7559246	1991年に設立されたLidarを使った航空測量会社。従業員4名程度の小さな会社で、業務に応じてカナダから技術者が来る。JKRの推薦。通常の航空写真測量や地上測量はできない。	○

：技術力，実績とも信頼性が高い ○：技術力，実績ともあるが、やや信頼性に欠ける。

表 2 - 6 道路防災管理システム

	項 目	会 社 名	担 当	住 所	TEL, FAX	備 考	評価
1	システム	GEOMATIKA TECHNOLOGY Sdn.Bhd.	Mohaizi Bin Mohamad	11-3, Jalan Jelatek 2 Jelatek Business Park 54200 Kuala Lumpur	TEL: 03-4560834 FAX: 03-4561328	JKR の仕事の経験あり。JKR の GIS システムを構築 (1999)。Survey Dep. に 20 年近く勤務。その後独立、今年で4年目。	
2	システム	SOFTWARE FACTORY Sdn.Bhd.	Tan Chin Aik Desa Petaling 57100	35-2Jalan 8/125D, Kuala Lumpur	TEL: 03-9586033 FAX: 03-9584963	日本の企業の委託による類似ソフト開発の経験あり。WEB ベースでのDB システム、GIS についても開発経験あり。	
3	システム	SSM Advanced Technology Sdn.Bhd.	Hassnuddin Sabran	25 Jalan 3/27B, Seksyen 10, Wangsa Maju 53300 Setapak, Kuala Lumpur	TEL: 03-41434997 FAX: 03-41438808	土木関係のソフト開発経験が豊富。	

：技術力，実績とも信頼性が高い ○：技術力，実績ともあるが、やや信頼性に欠ける。

