

第3章 ケース・スタディ

3.1 ケース・スタディの概要

(1) ケース・スタディの目的：

東西高速道路において各種調査・検討を実施し、これを通して各種技術基準(ガイドライン)ならびに斜面情報管理システム(SIMS)の仕様および適応性の検討を行ない、もってマレーシア全国の国道に適用すべき新しい道路斜面防災管理システムを構築するものである。

(2) ケース・スタディにおける調査項目

ケース・スタディで実施した調査項目は表3.1.1 にしめすとおりである。

表 3.1.1 ケース・スタディの調査項目

	調 査 項 目
現地調査	航空写真測量 斜面点検 地質調査(ボーリング・物理探査) モニタリング機器の設置と観測 地形測量、水文環境調査等
室内解析	斜面情報管理システム(SIMS)の開発 斜面データベースの作成 対策工の予備設計、工費概算 斜面管理計画の策定 斜面防災管理のための組織・人材開発の検討

3.2 道路斜面防災管理の考え方

斜面防災のための事業計画を作るにあたっての重要なことは、対象斜面に関して予想される災害の内容を同定し、そのリスクを適切に評価することである。この評価結果に基づき、適切な対策の種類と優先順位を決める。なお技術的問題、ならびに予算的制約から予測外の災害が発生した場合に対処するために、緊急対応計画を作成しこれに備える必要がある。

表 3.2.1 に道路斜面防災における3つのステップ、すなわち1) リスクの同定と評価、2) 防災対策の計画・実施、3) 緊急対応をまとめた。また図 8.1.1 に各ステップにおける仕事の内容と流れをフローチャートとしてしめた。

表 3.2.1 道路斜面防災における 3 つのステップ

ステップ	役割	業務の内容
第 1 ステップ	災害タイプの同定とリスクの評価	災害履歴調査、航空写真観察、路線概査、斜面点検、リスク評価
第 2 ステップ	防災対策の計画と実施	優先順位付け検討に基づく対策工の設計施工、道路パトロール(斜面に重点を置く)、モニタリング、交通規制
第 3 ステップ	発生した災害に対する緊急対応	事前計画・緊急対応計画の策定、教育訓練、緊急対応の実施

3.3 斜面点検

(1) 斜面点検の概要

ケース・スタディ路線となった東西高速道路の約 60km 区間(km 程 25.00km-82.30km)において斜面点検を実施した。点検の結果は、現場で定められたデータシートに記入するとともに、室内にて斜面情報管理システム(SIMS)に入力して、リスク評価計算を行ない、デジタルデータベースとした。

斜面点検は JICA 調査団の計画指導のもと、再委託業務として現地コンサルタント会社の地質技術者によって行なわれた。斜面点検ならびにリスク評価は、調査団が作成した技術基準(ガイドライン)に従って行なわれた。なお現場における斜面毎の点検(観察・記録・評価)に先立って、準備作業として室内において既存資料の分析・航空写真の判読による地すべり・土石流危険地区の抽出を行なった。次に調査区間の概査を行なって、想定される斜面崩壊のタイプを同定する一方、危険度がひくいと判断される斜面(高さ 15m 以下の切土斜面・自然斜面、高さ 5m 以下の盛土斜面など)をスクリーニングして除外し、767 の斜面から 471 の斜面を選び出し、技術基準に基づいた斜面点検を実施した。

(2) 災害リスクの評価

斜面災害リスクの評価は、以下の手順によって行なった。(図 3.2.1 参照)

- 1) 斜面観察(地形、地質、表面の状況その他)に基づく斜面安定度の評価
- 2) 施工済みの対策工の有効性評価
- 3) 1) と 2) の結果をあわせた斜面安定度評価 (H) (崩壊そのものの可能性)
- 4) コンシクエンス評価 (C) (交通量、周辺の建物、パイプライン等の存在、斜面と走行レーンとの位置関係、仮設路建設の容易さ、代替迂回路への距離等の諸要素を評価し、斜面崩壊が発生した場合の被害・影響度を算定する係数を求める)
- 5) 災害リスクの算定 (R)
(3)のハザード評価と 4)路線重要度評価から決定)

斜面危険度評価(R)は、斜面安定度評価(H)ならびに路線重要度評価(C)から、

次の式により算定される。

$$(R) = 0.9 \times (H) + (C)$$

ここに、(H) は0～100、(C) は0～10、(R)は0～100 と設定されている。

注) 斜面危険度評価算定の基本概念から言えば、(R) は (H) と(C) を乗じた積とするのが本来であるが、現状、本システムでは(C) がまだ簡易な方法により被害・影響度に対する目安として算定されて段階なので、(H) と (C) を対等に取り扱うのは適当ではないとの判断に立ち、(H) をベースとして、(C) の要素を若干加味する趣旨の上述の式を用いることとなった。

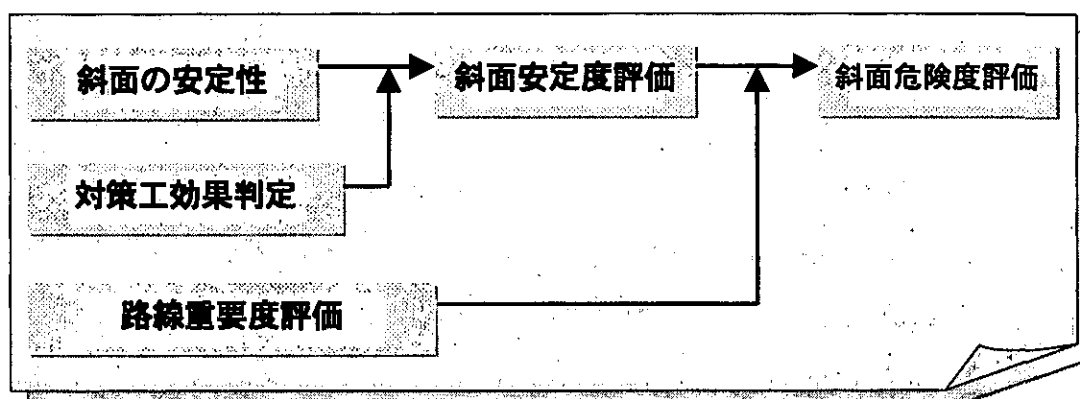


図 3.3.1 斜面災害リスク算定の手順

(3) 対策工選定と工費概算

斜面点検の実施にあたり、想定される斜面崩壊のタイプと崩壊の危険度、地形・地質条件、道路と斜面の位置関係、施工のためのアクセス条件等を考慮し、技術基準(ガイドライン)に基づき、適当と考えられる対策工法を点検シート(Form F) に記入するものとした。各工種について必要な施工数量も提案することから、データを SIMS に入力することにより、概略の工事費を SIMS によって自動的に試算することが可能になった。

これらの工法提案と概算工費は、対策工の年次実施計画、予算配分上極めて有用な参考データとしての活用が期待されている。後日、対策工の実施が決まった時点で、あらためて、詳細調査・実施設計により、工法の確定、正確な工事費の積算を行なうことになる。

表 8.4.2 にマレーシアの国道に適用がすすめられる各対策工法の標準単価をしめした。

(4) 斜面点検結果

前述のように、ケース・スタディ区間内にある 767 の斜面のうちから、スクリーニングによって危険度が低いと判断される斜面を除外し、471 の斜面に対して点検シートにもとづく斜面点検を実施した。崩壊タイプ別のハザード評価(H)・の結果を表 3.3.4 にまとめてしめす。

斜面のハザード評価のランクとして、仮に 75 点以上を『(崩壊の可能性が) 極めて高い』、65 点～74 点を『(崩壊の可能性が)高い』と設定すると、『極めて高い』斜面は 9 斜面となる。その崩壊タイプ別の内訳は、崩壊(CL)/落石(RF)が 5 斜面、地すべり(LS)が 3 斜面、盛土崩壊(EB)が 1 斜面である。崩壊の可能性が『高い』ランクに区分された斜面数は 18 斜面である。

表 3.3.1 斜面点検結果の要約 (ケース・スタディ)

斜面崩壊の タイプ	斜面安定性評価										合計
	≥85	84- 80	79- 75	74-70	69- 65	64- 60	59- 55	54- 50	≤49	なし	
崩壊	0	0	1	4(3)*	3	5	13	7	51		84
落石	0	0	0	0	0	0	1	1	2		4
崩壊および 落石	0	1	3	1	4	6	10	6	71		102
岩盤崩壊	0	0	0	2	2	2	2	1	2		11
地すべり	1	1	1	1	0	0	0	0	2		6
土石流	0	0	0	0	0	1	0	0	6		7
盛土崩壊	0	0	1	0	4	2	9	14	230		260
点検対象 より除外										296	296
合計	1	2	6	8(3)	13	16	35	29	364	296	770

* () : 崩壊と地すべりを含む

3.4 地質調査

約 60km の調査区間内において 3ヶ所の斜面を選びモデル調査を行なった。地形測量、ボーリング調査および物理探査（弾性波探査、比抵抗影像法探査）を実施し、斜面の地質構造、風化状況、地下水状況、変状状況を調べ、また想定される崩壊や地すべりの範囲とその機構を検討・解析した。この調査は当該斜面の状況を調査して対策工予備設計のための情報を得るとともに、当国における斜面防災管理計画を検討するための基礎資料を得るために実施したものである。

斜面調査における効果的な新技術の紹介として、弾性波探査（高精度解析法）と比抵抗影像法を実施したが、多数のボーリングを行なう場合と比べて経済性、斜面地形で

の作業の施工性・安全性、風化層・帯水層区分と断面プロファイル情報等について優れた機能を持つことが確認された。

図 3.4.1 と図 3.4.2 に、弾性波探査と比抵抗映像法による斜面の横断面調査結果 (81.30km) をそれぞれしめした。また図 3.4.3 にボーリング調査結果や風化層区分を含めた地質断面図(同じく 81.30km) をしめした。

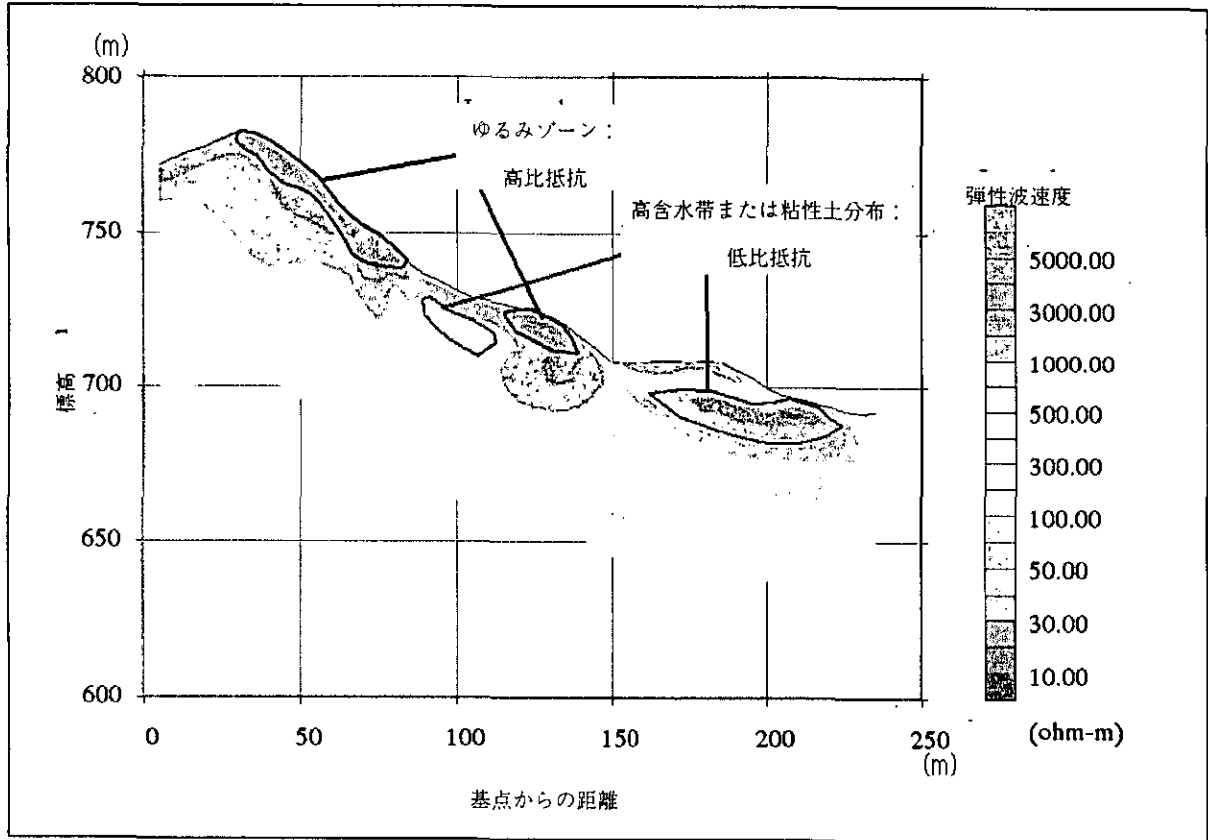


図 3.4.1 比抵抗イメージモデル断面 (81.30km)

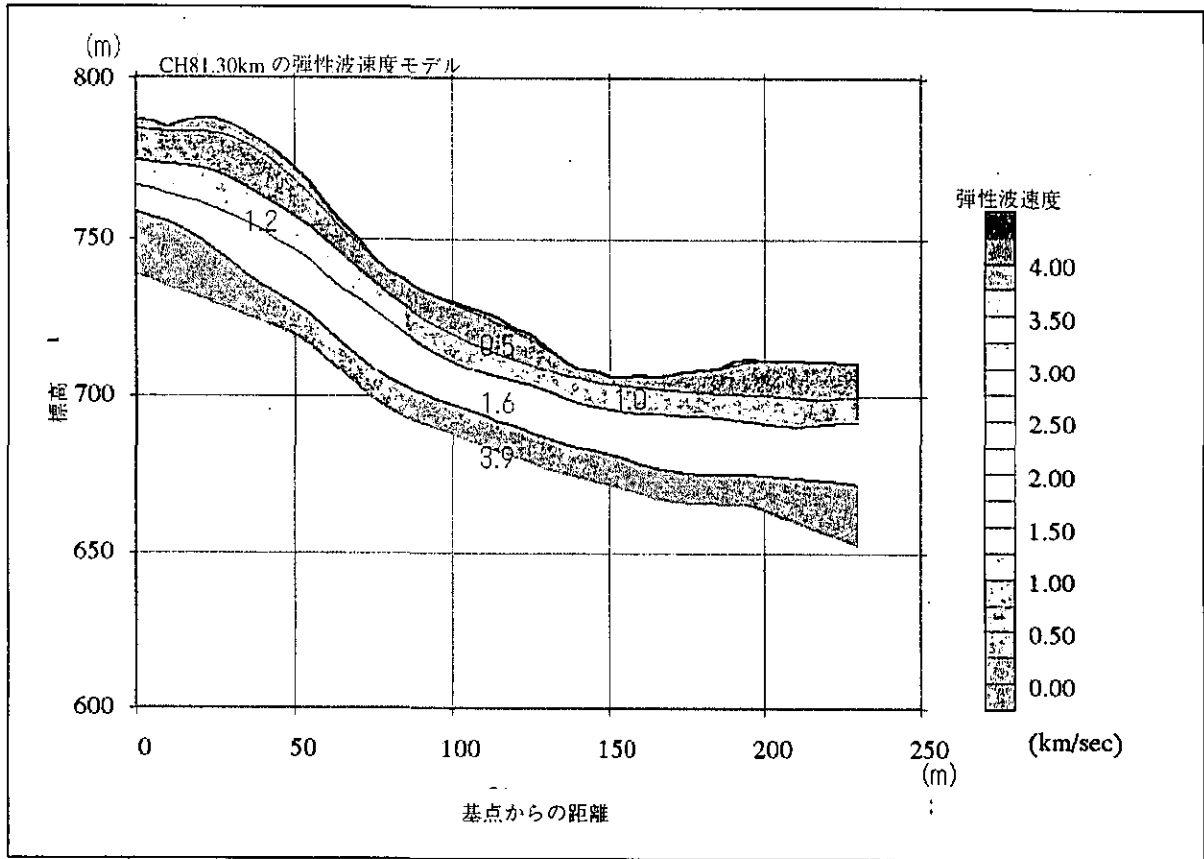


図 3.4.2 弾性波速度モデル断面 (81.30km)

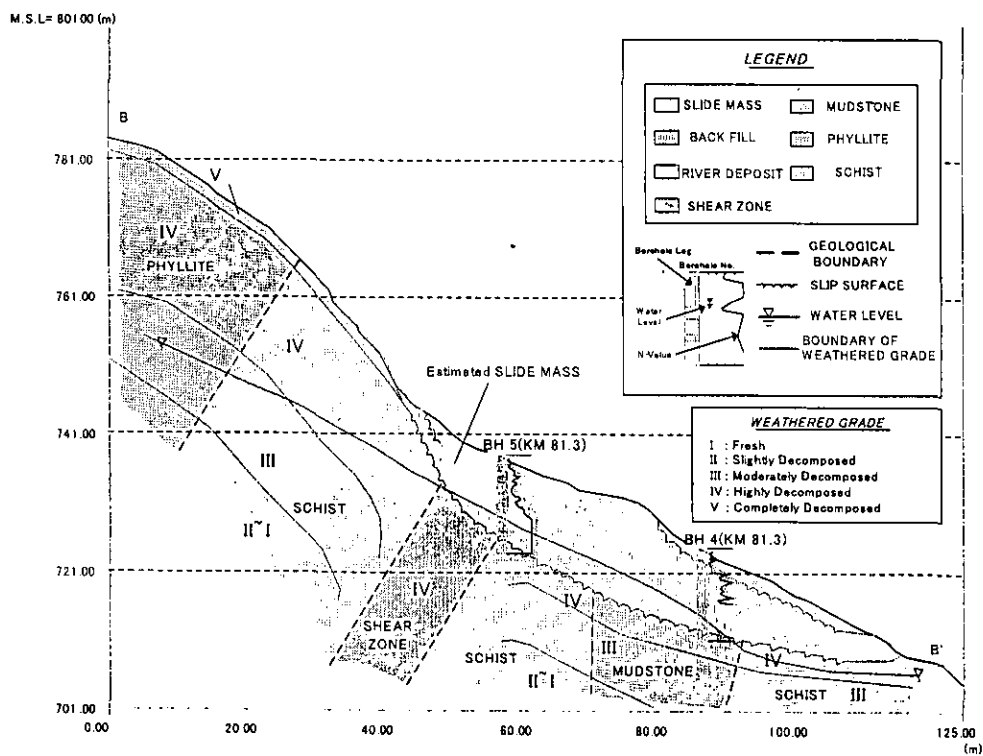


図 3.4.3 地質断面図 (81.28km)

3.5 計器設置とモニタリング

(1) 計器設置とモニタリングの意義

本ケース・スタディでは、次のような意義を考えて計器設置・モニタリングを実施し、これらに関する技術移転を図った。

- a) 斜面崩壊ないし地すべりの範囲、変動の状況、崩壊の機構の分析考察を行なうための情報を得ること。地表面での踏査・観察、ボーリング、物理探査では得られない有用な情報を得ることができる。
- b) モニタリングの結果から、斜面崩壊のリスクの大きさを知ることができ、もって道路管理者が斜面災害による被害を防止もしくは軽減するためのしかるべき措置をとるための判断材料を提供することができる。

(2) 設置・観測した計器の内容

上記の目的のために、表 3.5.1 にしめす計器を設置・観測した。

表 3.5.1 設置・観測した計器の一覧（ケース・スタディ）

	数量			観測データの用途
	81.3km (LS)	27.0km (EB)	30.4km (CL/LS)	
雨量計	1	1	1	1) 交通規制のバックデータ 2) 斜面崩壊・地すべりの機構解明
傾斜計	2	1	0	1) 交通規制のバックデータ 2) 崩壊速度、崩壊範囲の把握
孔内傾斜計	2	1	1	崩壊深さの推定、機構解明
間隙水圧計	2	0	1	1) 間隙水圧変動の把握、 2) 機構解明
地下水位観測孔	1	0	1	

(3) 観測状況

上記の各計器は 2001 年 7 月から同 11 月まで現地において観測が続けられた後、カウンターパート側に引き継がれた。これまでのところ、各斜面に設置された計器からは、すぐにでも斜面の崩壊に結びつくような顕著な変状は観測されていない。

なお雨量計の観測データによると、多数の斜面に対して崩壊のリスクが非常に高くなるような激しい集中豪雨は観測期間中には見られなかったが、3ヶ所に設置された雨量計データの相互の関係に着目すると、60km 近く離れた雨量計同士で類似の降雨パターンが観測されることがある一方、時にはわずか 3km しか離れていない雨量計同士でも異なった降雨パターンが観測されるケースも見られた。これは将来、雨量データに基づく交通規制等を警戒する場合の参考情報となるものである。

3.6 斜面对策工の予備設計

地質調査ならびに計器設置・観測が行なわれた3つの斜面を対象として、モデル調査として、斜面对策工の予備設計を行なった。

(1) 27.0km 地点の斜面

調査の結果、この斜面で想定される崩壊タイプは、崩壊(CL)と地すべり(LS)である。対策工のオプションとして、以下の2ケースの検討を行なった。

CASE I: 押さえ盛土 (ただし若干の道路中心線のシフトを含む)

CASE II: 法枠工およびアンカー工

(2) 30.4km 地点の斜面

この斜面は、高さ35mにいたる高い盛土からなっている。盛土を構成している材料は少量の砂とレキを含むシルトからなる。調査の結果、よく締固めがなされているため盛土そのものの安定性はほぼ確かめられた。しかし排水不良に起因する盛土下部から上部に向かう進行性の盛土崩壊が懸念される。そこで、斜面の安定性を改善するための対策工事として、盛土小段ならびに、盛土と地山の境界部に排水設備を設置する案を提案した。

(3) 81.3km 地点の斜面

調査の結果、斜面上部に地すべり特有の滑落崖が観察されている。現場では対策工として、斜面前面にフトンカゴ工が設置されているのみである。ボーリングの結果によると、斜面を構成しているのは砂岩および結晶片岩であるが、全体に破碎され弱くなっている。弾性波探査の結果では、地表から15ないし20mまでのゾーンは風化が進んだ岩盤から構成されている。比抵抗影像法の結果によると、切取斜面の道路際の部分と、斜面上部の滑落崖付近は高比抵抗を示す(乾燥していると推定)一方、地すべり斜面の中部には比抵抗の小さな(水分が大きいと推定)部分が見られる。

この斜面の安定性を維持するための対策工法としては、以下のオプションを検討した。

CASE I: 押さえ盛土および横ボーリング孔 (ただし若干の道路中心線のシフトを含む)

CASE II: 鋼管杭工(径400mm,長さ17.5m,2mピッチ)および横ボーリング工
(図3.6.1-2にCASE Iの平面図と横断面図,図3.6.3-4にCASE IIの平面図と横断面図をそれぞれしめした。)

(4) まとめ

上述の各対策工案について、概略工事費の試算を行なった。マレーシアでは、予算上

の制約もあり、従来斜面对策工としては切盛土工の他、モルタル吹付、フトンカゴ、土留め壁などが主体である。今回の検討では、比較の意味で、日本でよく用いられるアンカーや鋼管杭についても検討した。日本と比べて、一般的に用地上の制約がゆるい場合が多いことから、大掛かりで高価な対策工法を用いず、道路中心線のシフトや、路線変更の方が現実的な案となるケースも多い。しかし、道路の重要性ならび施工条件などから、状況に応じて、日本で使われる工法・技術の導入がすすめられる。

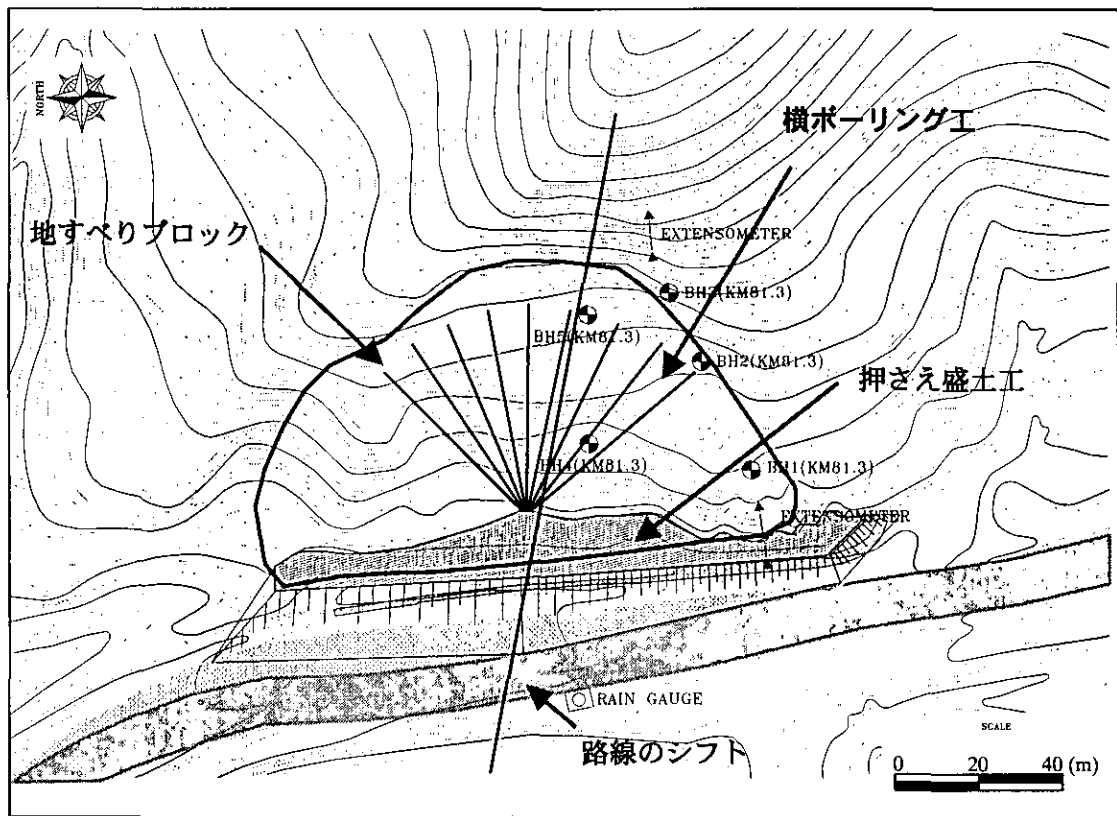


図 3.6.1 81.30km 対策工平面図 (押しえ盛土工および横ボーリング工)

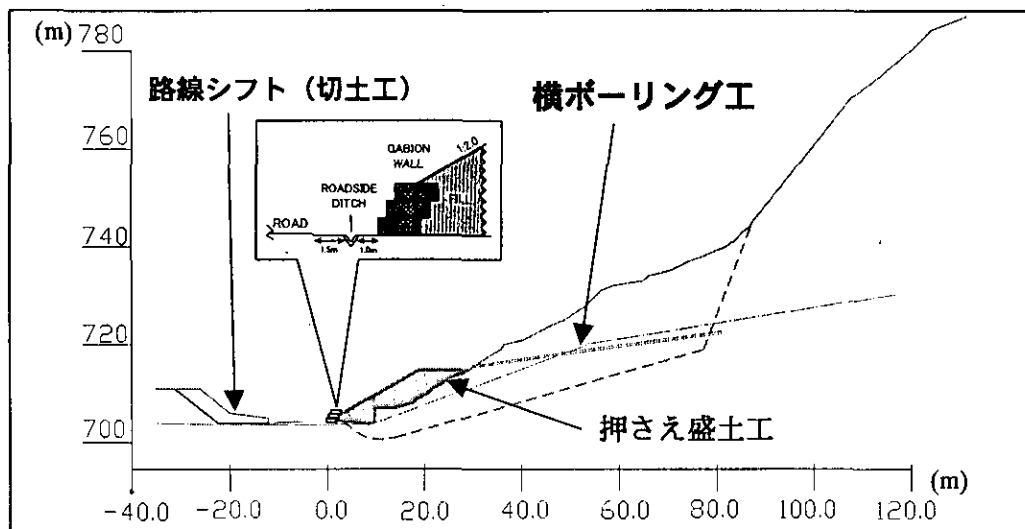


図 3.6.2 81.30km 対策工断面図 (押しえ盛土工および横ボーリング工)

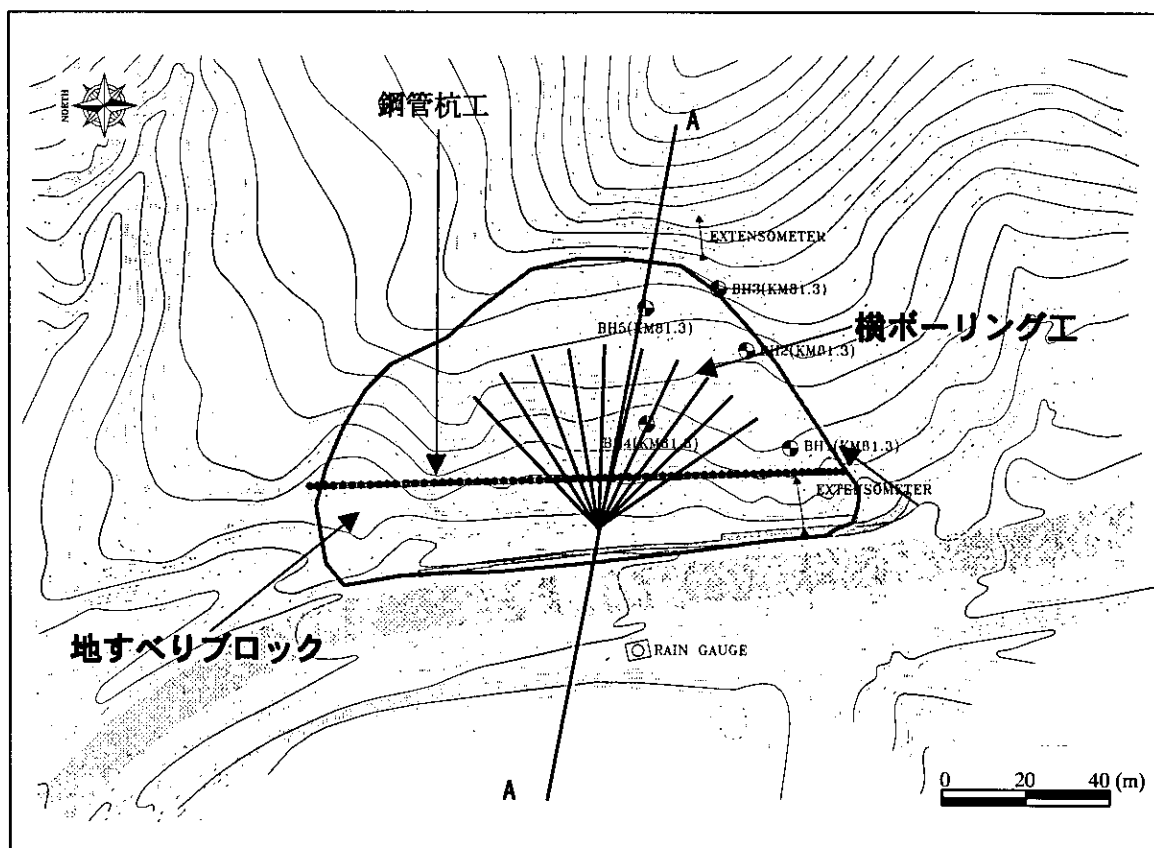


図 3.6.3 81.30km 対策工平面図 (鋼管杭工および横ボーリング工)

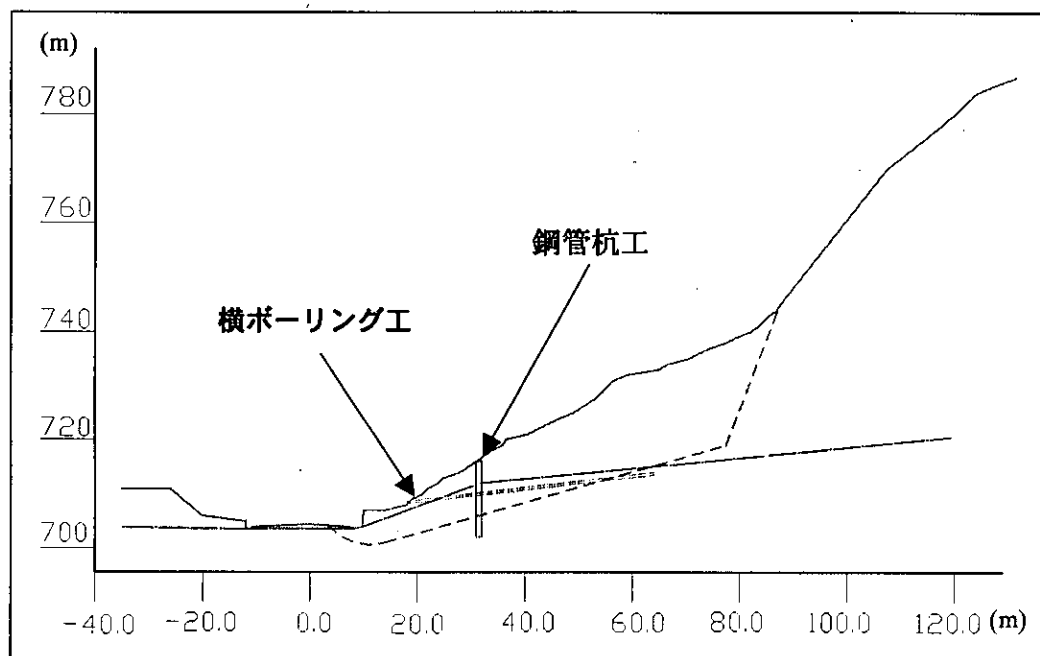


図 3.6.4 81.30km 対策工横断面図 (鋼管杭工および横ボーリング工)

3.7 斜面防災管理

ケース・スタディにおいて実施した斜面点検ならびにリスク評価に基づき、東西高速道路をモデルとして、道路斜面防災計画の進め方を検討した。検討の成果は、新しい斜面防災管理システムを全国の国道に適用する上での技術基準となるように、ガイドラインとまとめた。

(1) 災害リスクに基づく斜面管理レベル区分

表 3.7.1 はケース・スタディにおける斜面危険度評価の結果をまとめたものである。斜面危険度評価 (R) の値に基づいて、対象斜面を4つのレベル区分に分類し、各レベルに応じて、斜面管理の内容を規定するものとした。

表 3.7.1 ケース・スタディにおける斜面管理レベル区分

斜面管理 レベル区分	リスク レベル	斜面危険度評価(R) (100点満点)	斜面数	斜面防災管理の内容
レベル I	非常に高い	75点以上	9	対策工の施工
レベル II	高い	65点以上、 75点未満	18	定常パトロール(特に斜面)、 計器モニタリング
レベル III	中程度	50点以上、 64点未満	80	定期点検
レベル IV	低い	50点以下、または 点検対象外	660	データベースは保存するが、 防災管理対象から外す
合 計			767	

注) 各レベル区分の斜面危険度(R)の境界値は、ケース・スタディにおいては上表のように決めたが、路線の重要度、予算配分ならびに管理体制等の状況により、柔軟に設定するものとする。なおSIMSでは、仮に80点、60点、40点を境界値の「デフォルト」と設定してある。

(2) 対策工実施優先順位一覧表

- 1) 表 3.7.2 に危険度評価結果に基づいて対策工実施優先順位を検討するための一覧表をしめた。この表には、レベルIに該当する斜面、およびレベルIIに該当する斜面の一部が記されている。
- 2) 優先順位は、原則として斜面危険度 (R) に基づいて決めるものであるが、実際には各斜面に対する必要対策コスト、経済分析結果、その他行政サイドの判断を加えて決定される。

表 3.7.2 対策工実施優先順位表 (ケース・スタディ)

No	点検時斜面番号	斜面番号	斜面のタイプ	斜面崩壊のタイプ	安定性評価	路線の重要度	危険度評価	危険度のレベル	対策工費	経済評価指標 (V _T /C)	最終評価
1	-	0004/071/500RC	1	4	85	8	85	V.H	2,427,500		
2	1091	0004/081/150LC	1	4	85	7	84	V.H	727,000		
3	385	0004/031/460RC	1	1	82	7	81	V.H	356,935		
4	396	0004/032/080RC	1	1	79	7	78	V.H	995,000		
5	-	0004/072/680LC	1	4	77	8	77	V.H	674,606		
6	415	0004/033/300RC	1	1	79	6	77	V.H	120,755		
7	392	0004/031/920RC	1	3	77	7	76	V.H	309,600		
8	-	0004/069/520LC	1	1	77	7	76	V.H	2,108,267		
9	647	0004/050/900RC	2	6	75	8	76	V.H	206,988		
10	432	0004/035/530LC	1	3	74	6	73	H	1,312,314		
11	441	0004/036/140LC	1	4	69	8	70	H	1,428,400		
12	332	0004/027/350RC	1	1	70	7	70	H	191,267		
13	433	0004/027/910RC	1	1	71	6	70	H	214,812		
14	474	0004/038/800RC	1	1	72	5	70	H	264,318		
15	442	0004/032/950RC	1	1	71	5	69	H	152,143		
16	468	0004/038/530LE	2	6	68	7	68	H	422,521		

3) 実施計画における優先順位決定についての考えかた

対策工の実施は、表 3.7.1 にしめすレベル I (災害リスクが非常に高いグループ) に該当する斜面に対して行なうのを原則としたが、現実には予算上の制約から、レベル I に含まれる斜面すべてに対して、すぐに対策工が実施できない場合も多々ありうると考えられる。またレベル II にランクされた斜面でも、社会経済的もしくは行政的観点から早急に対策工の施工を考える場合もありうる。

こうした現実的な状況を想定し、二つの要素、すなわち危険度レベルと道路 (あるいは特定斜面の位置) の両者を組み合わせ、優先順位考察の規準を考えてみた。図 3.7.1 はこの考え方を図化したもので、両方の要素の組み合わせから、着工順序を ABCD の順序とするものである。具体的な適用にあたっては、道路 (あるいは斜面) に対する重要度・緊急度のものさしを定める必要がある (次項)。

路線重要度		危険度レベル	Very High	High	Moderate	Low
			$H \geq 75$	$65 \leq H < 75$	$50 \leq H < 65$	$H < 50$
重要度 高	社会・経済活動に対する影響大	A	B	D		
重要度 中	社会・経済活動に対する影響中	B	C			
重要度 低	社会・経済活動に対する影響小	D				
追記	1) 施工優先順位：A>B>C 2) ゾーンDは緊急災害発生時を除き、対策工計画の対象外 3) 道路重要性は路線重要度、経済性および管理上の諸事情を勘案して選定する					

図 3.7.1 実施計画における優先順位決定についての考えかた

4) 道路(または斜面の位置)の重要性評価

経済分析は、道路(または斜面の位置)の重要度を客観的に評価し、施工の優先順位を決める上で参考になりうる手法である。しかし第5章に経済分析の手法についての検討結果を述べているが、現状では本来の経済分析を実行するにはかなり多くの入力データと複雑な計算を必要とするため、実用までには時間を要するものと思料される。そこでこれに代わる何らかの簡易手法を検討した結果、当面一時的な指標として、当該道路もしくは斜面位置における交通量を代用することを提案する(参考までに、路線の重要度分析と経済分析に使われる種々の要素を表3.7.3に整理してみたが、いずれも高度な最終的判断の前段階では、交通量が主要な意味合いを有している)。

表 3.7.3 道路斜面管理の重要度を評価するための各種の要素

	路線の重要度(SIMS)	経済分析	その他の評価要素
道路としての重要度評価	交通量 ・代替道路 ・ライフライン 等	交通量 ・人口 ・工業・農業の状況	・観光等他の産業活動 ・将来の開発計画 ・住民・地域社会からの要請 ・その他行政的配慮
特定斜面位置の重要度評価	・近傍の住宅 ・危険な斜面と道路との位置関係 ・仮設道路の施工性 ・崩壊規模	・対策工事費	

5) 斜面防災事業実施計画の枠組み

山岳道路においては、防災のための維持管理の対象となる斜面数が数え切れないほど多いことも少なくない。限られた資金的、人的、時間的資源を考えると、短期間で完全な斜面防災事業は完成させることは不可能に近い。長期にわたる計画的な取り組みが必要となる所以である。こうした観点で、表 3.7.4 には、10 年オーダーの長期間を見通した実施計画の進め方についての概念がしめしてある。

表 3.7.4 実施計画の枠組み

時間的 スケール	実施期間	各斜面の位置付け		注： 図 3.7.1 参照
		危険度評価(R)	路線の重要度	
a) 緊急計画	緊急に実施	非常に高い	極めて重要	
b) 短期計画	1～2年	非常に高い	重要	A ゾーン
c) 中期計画	3～5年	非常に高い	中程度	B ゾーン
		高い	重要	
d) 長期計画	6～10年	高い	中程度	C ゾーン

(3) ケース・スタディにおける対策工の実施計画

表 3.7.1 および表 3.7.2 ですでにしめしたように、ケース・スタディにおいては、9 つの斜面が「非常に高い」災害リスクをもつと認定された。これら 9 つの斜面における対策工を施工するとすれば、約 788 万マレーシア・リングットが必要という試算となる。マレーシアの道路網における本道路の重要性をかんがみると、これらの対策が短期計画の中で実施されることが強く勧められる。

(注) 東西高速道路は、開通以来危険な斜面について、順次対策工事が進められている。2001 年 9 月時点でも、15ヶ所の斜面の対策工事が実施中である（工事費総額約 1,100 万マレーシア・リングット）。今回の点検結果から指摘された上記の 9ヶ所の斜面の工事が、次期の実施計画で実行されることが期待される。

(4) 斜面維持管理計画

表 3.7.1 にしめしたレベル II の（災害リスクが「高い」と評価された）斜面については、一般的に斜面対策工事は実施せず、道路斜面パトロールやモニタリングで対応することになる。ただし、レベル I の非常に危険な斜面でも、予算上あるいは実施上の都合で対策工実施までに時間を要する場合には、レベル II の斜面と同様、監視を続ける必要がある。レベル II 斜面に対する維持管理における主要な項目を表 3.7.5 にしめす。これらの詳細な方法についてはガイド I に記述している。

表 3.7.5 斜面維持管理における主要項目

項 目	内 容
1) 定常パトロール	毎週 2-3 回、JKR 職員が行なう。レベル II ならびに未施工のレベル I の斜面を対象とする。このパトロールは、対象斜面の安定性確認のためにおこない、舗装、路肩、構造物もこの観点で注意を払う。
2) 定期点検	年 1 - 2 回、JKR 職員が行なう。定常パトロールの対象となっていないレベル III の斜面を含めて行なう。なお点検は必ず、パトロールカーから降りて行なうものとする。
3) 維持管理台帳の作成	従来 JKR では規定されていなかったが、斜面管理計画における重要な基礎資料として、定常パトロールで発見した異常現象の記録、災害の発生記録、対策工事の実施記録を斜面維持管理台帳として作成保存、活用する（各々の作成様式はガイド I の中で提案している）。

(5) 早期警戒および交通規制システム

十分な斜面対策工事がまだ施工されていない道路区間における斜面災害防止には、計器モニタリングによる早期警戒と交通規制は、道路管理者にとって極めて有用な手段である。

1) 早期警戒システム（計器モニタリング）

斜面の挙動をモニターする計器としては、その目的に応じて多くの種類が開発され実用に供している。しかし地盤の表面、内部、あるいは構造物の挙動について高精度で計測できたとしても、斜面の崩壊あるいは移動(地すべり等)のメカニズムの解析には役立つとも、必ずしも道路交通の安全を図るための早期警戒システムとしては使えない。

その意味で、この目的として最も実用性が高いのは、伸縮計(Wire-extensometer)である。これは斜面の表面の変位(厳密には圧縮もしくは引張りのひずみ)を計測し、このひずみレベルから、破壊までの余裕時間を推定するものである。このひずみレベルによる判定基準は、幸いなことに土の材料にかかわらず比較的同様のレベルであることから、斜面崩壊による被害を未然に防ぐ上で、非常に役立つものである。ガイド III の中では各種モニタリング機器について詳述し、とくに伸縮計を用いた判定基準について説明している。

2) 異常気象時における交通規制システム

傾斜計によるひずみレベル計測に基づいた早期警戒システムは、規模が大きく、また斜面崩落までの変位量が大きく、余裕時間が長いいわゆる地すべり(LS)タイプや大規模な岩盤崩壊(RM)に対しては有効な手段となるが、崩落の規模が小さいし中規模のいわゆる崩壊タイプの場合、有効なモニタリング結果を得るのが難しい場合が多い。とくに同じ道路区間内に不安定な斜面が多数存在する場合には、

一つ一つの個別の斜面の計測監視は現実的でない。そのための手段として研究開発がすすめられてきたのが雨量データに基づく交通規制である。

マレーシアでは、日本と異なり斜面災害発生時に道路管理者に対する瑕疵責任が法的に問われるまで至っては無いが、多くの不安定斜面を個々に監視することの経済的、技術的困難さを考えると、雨量データに基づく交通規制の適用は検討の価値がある。

当面の問題は雨量観測網が十分整備されていないこと、時間レベルを含め過去の雨量データの蓄積ができていないことなどから、今すぐに精度の高い交通規制のための基準値を確立するのは容易ではない。しかし、当面日本の国道、道路公団、鉄道などにおける交通規制基準値を暫定的に試用して、注意喚起・警告するシステムとして実施をはじめつつ、雨量観測所の増設、雨量データ蓄積・解析の継続を行い、現地条件に適合した信頼性のある規準を作り上げることが最適であると考えられる。

(6) 緊急対応計画

既に述べたように、対策工事の実施ならびに種々の斜面維持管理手段を講じても、すべての斜面災害を防止できるわけではない。万一、斜面災害が発生した場合、速やかな救援と二次的災害の防止を図るとともに、できる限り早い時間内に、道路の交通機能を回復させ、社会経済への打撃を抑えることが緊急対応計画と緊急活動の目的である。

適切な緊急対応を速やかに行なうためには、あらかじめ周到な事前計画と対応行動計画を立案し、組織、連絡、協力、調達ほか各種の体制と手順を具体的に定めておくことが必要である。この計画について、教育ならびに訓練を十分実施しておく必要がある。検討すべき種々の項目については、日本における既往例を参考にして現地の実態に合った具体的計画を作成するよう提案している。

3.8 その他の実施業務

ケース・スタディの一環として、前述の各種調査・分析に加えて、以下の業務を行なった。

(1) 航空写真撮影

斜面情報管理システム(SIMS)におけるGIS(地理情報システム)の基図となるデジタル地形図を作成するために、ケース・スタディ路線について、航空写真の撮影を行なった。撮影は2001年2月の視界が良好な日を選んで実施した。撮影した航空写真から、オルソフォトマップ、写真地図、地形図を作成した。

また地質調査、計器設置・モニタリング、対策工予備設計を行なった3つの斜面においては、地形測量を行って平面図及び横断面図を作成、調査及び解析設計に供した。

(2) 水文・環境調査

ケース・スタディにおける調査・解析の参考とするため、対象地域における水理・水文に関する情報の収集整理を行なった。また道路プロジェクトの実施に関連する環境法令の調査ならびに、環境の現況に関する情報を収集した。

第4章 斜面管理情報システム(SIMS)の開発

4.1 SIMS のデザインコンセプト

本アプリケーションは当計画調査における現地調査を基本として設計されたもので、リレーショナルデータベースと地理情報システム（GIS）を用いて斜面情報管理をウィンドウズ仕様でユーザーに使いやすいかたちのものとして開発された。SIMS のデザインコンセプトは以下に要約される。

- (1) アプリケーションの特長
 - ・マイクロソフト社のウィンドウズベースのパソコンで動作できる一般ユーザーに使いやすいアプリケーションとする。
 - ・データ入力に関してはシンプルなワークフローとなるようにし、メニュー選択等についてはドロップダウンリスト、選択オプションのリストを整備して、一般ユーザーが容易に使えるものを目指す。
 - ・メニュー画面についてはスタンダードなデフォルト（既定値）を用意するとともに、熟練者にもカスタマイズすることが可能なアプリケーションとする。
- (2) アプリケーションの展開
 - ・当アプリケーションはマレーシア国の道路斜面全体に適用できるものとして開発する。
 - ・当アプリケーションはマレーシア国の 国道全体を管理する JKR 本局においてはメインシステムとしてのデータベースを用いた仕様とし、全国の出先ではスタンドアローンタイプの仕様とする。
 - ・当アプリケーションを用いて作られたデータは全国の出先から本局に送付され、本局ではマスター・データベースとして統合管理され更新される。
- (3) アプリケーションの技術的特長
 - ・当アプリケーションのリレーショナルデータベース環境は道路斜面情報についてマレーシア全体の道路斜面に適用できるものとする。
 - ・地理情報システム（GIS）の機能は当アプリケーションのなかに組み込まれたかたちとする。
- (4) アプリケーションの機能
 - ・当アプリケーションに必要とされる機能は道路斜面管理を実施する JKR と JICA スタディチームの相互の意見交換により決定されたものである。
 - ・一般ユーザーがデータベースの知識が無くとも使えるように、メニュー構造はシンプルなものとし、GIS 機能についても初心者が GIS の知識が無くとも使えるような仕様とする。

当システムに必要とされる道路斜面管理の機能としては、ユーザーとなる JKR との討議、検討により以下のとおり決定された。

- 斜面点検およびメンテナンス機能
- ハザードおよびリスク評価機能
- 対策工選定機能

- 対策工費用算定機能
- 対策工優先度順位付けのための経済分析機能
- 斜面特性図作成機能 (GIS 機能)

4.2 プログラムの設計および開発

SIMS の開発のために以下の 2 案のコンセプトが検討された。

第 1 案：インターネットに依存しない独立したシステムとして、JKR 本部におけるネットワーク環境下で使用するシステムと、地方の出先事務所で独立したかたちで使うスタンドアロンタイプのシステムの開発。

第 2 案：JKR 本部と地方の出先事務所がインターネット環境を介して利用できるシステムの開発。

この 2 案については、JKR の現状のハードウェア、インターネット環境、人的リソースを評価したうえで、JKR との協議により第 1 案を採用することとした。

道路斜面情報管理に必要な機能とアプリケーションの使用場所、データベースの容量、管理等を勘案した結果、当システムの開発に必要なソフトウェアは以下のように決定した。

- | | |
|-----------------|----------------------|
| - 開発環境： | Visual Basic |
| - オペレーティングシステム： | Windows 2000 |
| - データベース： | Microsoft SQL Server |
| - GIS: | ESRI's MapObjects |

SIMS のアプリケーション機能は図 4.2.1 のとおりである。

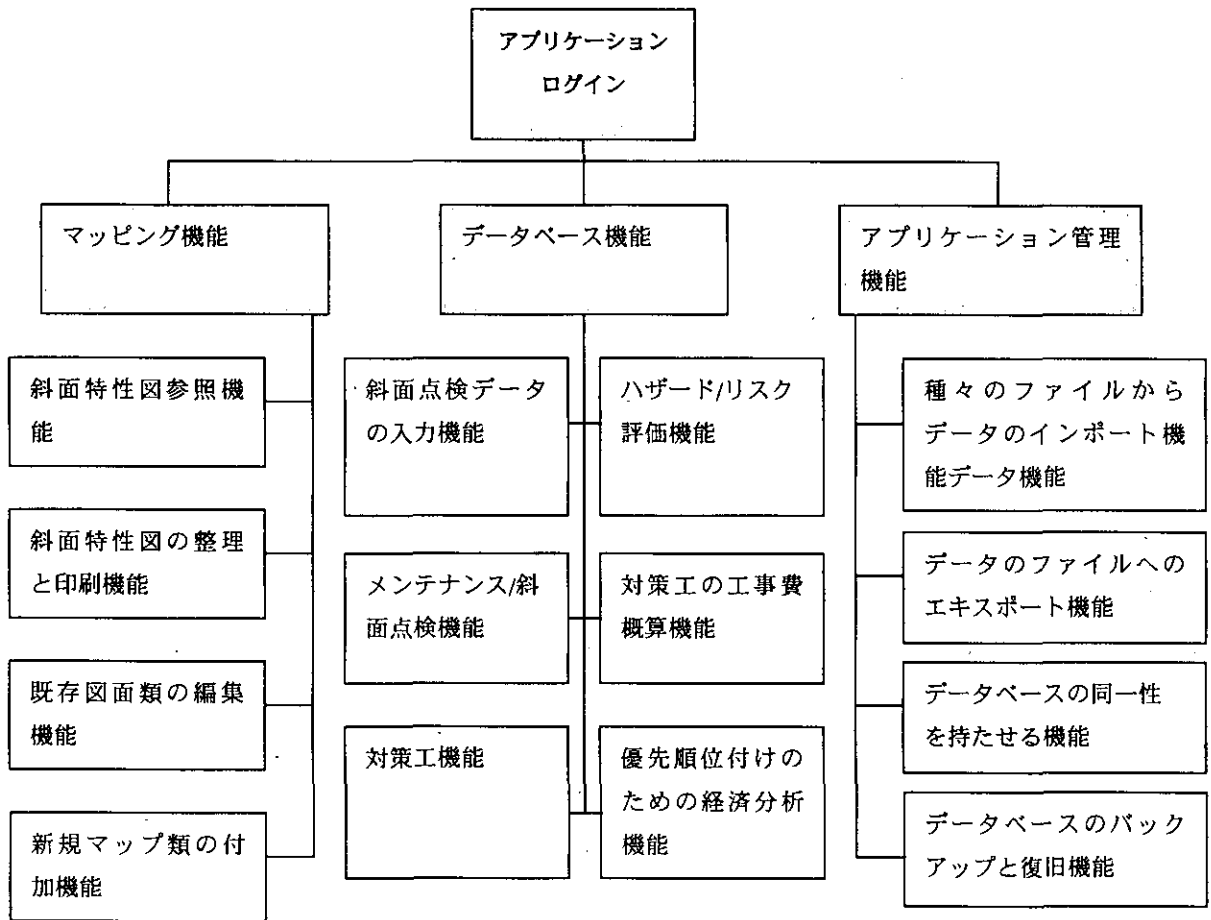


図 4.2.1 SIMS のアプリケーション機能の概要

SIMS で使われるデータは以下のように分類される。

- ・ テキストベースの斜面特性に関するデータ
- ・ 斜面特性のグラフィックス（スケッチ、写真）
- ・ GIS 関連データ（斜面ポリゴン、地形情報、その他）

当システムの主要なモジュールは表 4.2.1 に整理される。

表 4.2.1 SIMS のモジュール機能

	ソフトウェアのモジュール機能	参考ソース	記事 / コメント
1.	斜面点検情報管理機能	JICA Team	JICA Team で実施した現場斜面点検手法と同一のフォームを利用した。
2.	ハザード/リスク評価機能	SPRS*/ JICA Team	JKR の既存システムの SPRS を勘案し、JICA Team で実施した現場斜面点検手法をもとに点数づけを決定した。
3.	対策工選定及び工事費概算機能	JICA Team/ SPRS	対策工選定機能は JICA Team で崩壊タイプごとに決定し、コスト機能については同様の機能をもつ SPRS を参考に決定した。
4.	優先順位付けのための経済分析機能	JICA Team	適用可能なデータをもとに、経済分析機能を決定した。
5.	斜面特性図作成機能(GIS 機能)	JICA Team	斜面タイプ、リスク評価、対策工費用他の主要なデータに関して閲覧が可能。
6.	管理機能		データベースメンテナンス / ユーザー許諾 / 改訂版の管理

4.3 SIMS を用いた斜面防災管理

SIMS が斜面防災管理で果たす役割で最も大きなものは、GIS を用いたデータベース機能とともに、斜面災害のリスク算出と対策工の着工優先順位である。

斜面点検の結果を SIMS に入力することにより、各斜面ごとの斜面安定度評価（H）、路線の重要度評価（C：影響度）、リスク（R：斜面危険度評価）の各点が自動的に計算される。この結果に基づき、対策工の着工優先順位が示される。

一方、斜面点検の際に選ばれた対策工の工種と数量に基づき、システムの概算工費を算出する。また経済分析結果の指標も表示される。JKR 本部ではこれらの、斜面の危険度、必要工費、経済性、その他勘案すべき要素も含めて、工事実施計画を作る。また当面对策工事が速やかに実施されない斜面について、パトロール、モニタリング等の手段を組み合わせ、防災管理計画に役立てることができる。

マップ（GIS）機能については、斜面管理を実施していくうえでユーザーがスクリーン（図）上で容易に各斜面の位置関係や属性データ（リスク、経済分析結果、対策工費、他）を閲覧、抽出、分析（色分けで識別）しやすいように設定されており、アウトプットとしてのレポート機能については、図、データ表などは標準化されたフォームが用意されている他、テキストデータ、図、写真などは外部ファイルとして出力して加工することが可能である。

4.4 SIMS のシステム管理

SIMS を有効かつ安全に機能させるために必要なシステム管理機能として、以下のものがシステムの中に用意されている。

- アプリケーションに必要な標準的データ（リスク評価点の範囲設定、マスター・テーブル、参照テーブル等）の管理機能
- アプリケーションのユーザー管理、データベースのインストール管理、地方事務所からのデータのインポートおよびJKR 本部のマスター・データベースへの統合、地方事務所の管轄変更等にもなう関連データの配布、等の管理機能

SIMS がJKR 本部と地方事務所で効果的かつ円滑に機能するように、管理に必要な機能をユーザーレベルに応じて設定している。

4.5 SIMS の将来拡張について

今後 SIMS を全国レベルで活用していくためには、SIMS を責任をもって管理する組織づくり、SIMS ユーザーのトレーニング、さらに斜面点検とメンテナンスワークとの効果的な連携が不可欠である。

また、SIMS の将来拡張（メンテナンス/改良）のためには、IT および GIS 技術分野で

の継続的な技術支援が必要である。

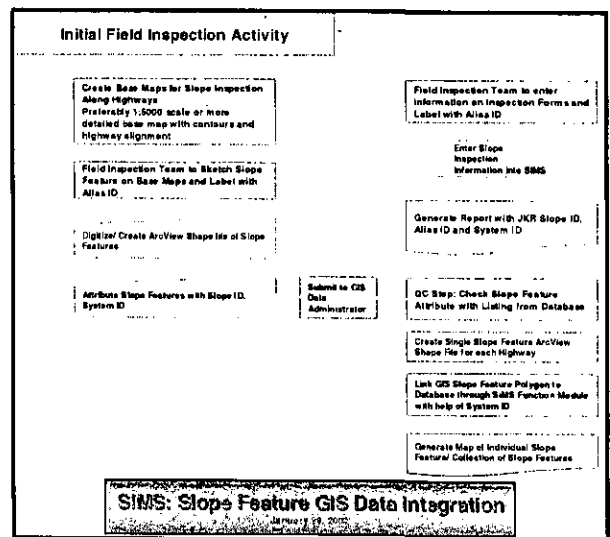
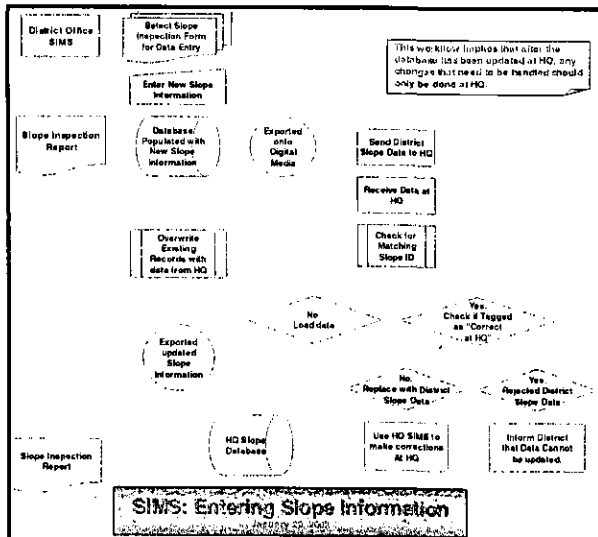
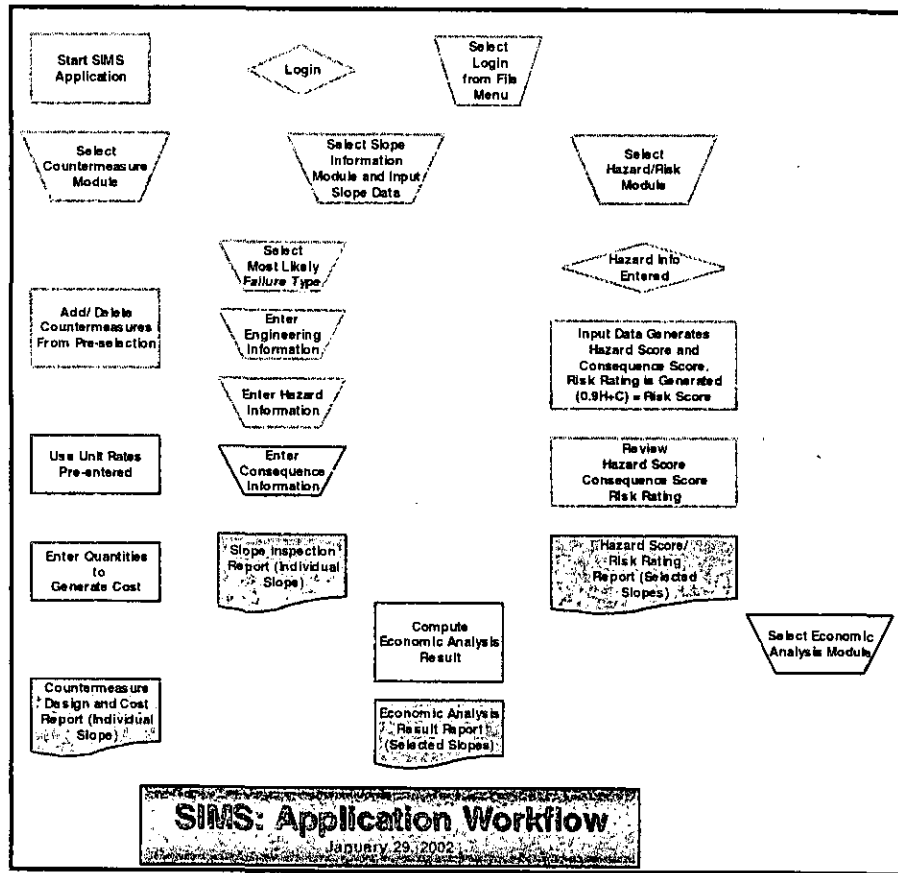


図 4.5.1 SIMS 操作のワークフロー・イメージ

第5章 斜面情報管理システム(SIMS)の適用

5.1 ケース・スタディ路線での適用

ケース・スタディ路線として選定された東西高速道路で実施した斜面点検作業の点検データを実際に SIMS に入力し、その適用性について検討をおこなった。

その結果、斜面点検シートおよび SIMS の双方についてデータ入力およびデータ処理機能の幾つかに修正が必要となった。とくに問題となったのはデータベースの基本となるスロープ毎の ID (管理番号) の定義である。この問題については JKR からの要望も考慮し、現場でルートあるいはフィールドごとに適宜決められたスロープ ID を、JKR 基準のスロープ ID に統一し、SIMS に含まれるデータベースの管理を JKR スロープ ID として一貫性をもたせた。これにより、JKR で管理するすべての国道への適用、および他のデータベースとの関連づけにも役立つものとなった。

東西高速道路の調査されたすべての斜面点検データは実際に SIMS に入力され、斜面の危険度、リスクランキングが計算、出力されることが確認された。対策工概算費用のモジュールについてもデータ入力、工法の選択、概算工事費の算定、経済分析指標計算および出力の一連の作業がスムーズな状態で SIMS に適用できることが確認された。GIS モジュール機能の作成については、斜面点検作業で図化された斜面分類図(ポリゴン)をもとに GIS, ArcView を使った Shape file のフォーマットで作成された。これについても上述のように JKR スロープ ID として適用できるように整理した。

以上のように、ケーススタディ路線において SIMS を実際に適用した結果、アプリケーションの改善ばかりでなく現場の斜面点検データフォームの改善にも役立つものとなった。さらに、データ入力、修正、データ作成の過程を明確に定義することが可能となった。これらの適用、修正作業は JKR との協議のなかで実施したものであり、JKR が期待するシステムに到達したことが確認された。

5.2 サバ州の国道における試験適用

(1) 試験適用の背景と評価

本プロジェクトにおいて情報システム SIMS を含めた新しい道路斜面防災管理システムが開発されたが、マレー半島北部の東西高速道路がケーススタディ路線として選ばれ、そこにおける斜面点検、リスク評価の結果を用いて、システムの有効性が検証されている。

サバ州は今後活発な開発が期待されること、また地形・地質などの自然条件、行政体制など種々の条件が半島とは異なることもあることから、サバ州において新システムの有効性の検証をしてほしいとの要望が JKR 側から出され、実施に到ったものである。試験区間として、フェーズ I の概況調査が実施されたことがある プナンパンータンブナン道路(国道 500 号)の内の延長約 5km 区間、23 斜面が選ばれ、斜面点検、斜面对策工の予備的検討、SIMS による災害リスク評価と、対策工費の概算が行なわれた。

(2) 斜面点検結果

1) 斜面崩壊タイプ

JICA 調査団で定義した 6 つの斜面崩壊タイプのうち、岩盤崩壊 (RM) を除くすべてのタイプが、試験区間内で存在が確認された。もっとも多く見られた崩壊タイプは、表層崩壊・落石(CL/RF) であり、次いで地すべり(LS) が多く見られた。(東西高速道路と、この地すべり(LS)が多い点は、第三紀層が広く分布しているこの地域の特徴であると言える。) 溪流には、過去の土石流の痕跡も見出された。盛土部では、表面侵食、路肩部の亀裂、小規模な表層崩壊などが見られた。表 5.2.1 に崩壊タイプ語との斜面数と災害リスク(R)の範囲をしめす。

表 5.2.1 各崩壊タイプの斜面数と災害リスクの範囲

斜面崩壊の種類	斜面数	危険度評価(R)の範囲
表層崩壊・落石	13	43-84
岩盤崩壊	0	-
地すべり	7	60-83
土石流	2	73
盛土崩壊	1	25

2) 危険度評価(R)

東西高速道路と同様、斜面点検時に得られた情報から斜面安定度評価(H)と路線重要度評価(C) より、SIMS によって、斜面危険度(R) が評価された。この危険度評価(R)の点数にもとづき、斜面管理レベルが決定された。この結果を表 5.2.2

にしめす。「リスクが非常に高い」($R \geq 75$)と認定された斜面は4斜面で、これに次ぐ「リスクが高い」($65 \leq R < 75$)と認定された斜面は11斜面であった。

表 5.2.2 災害リスク (R) 評価結果一覧

危険度レベル	危険度評価(R)範囲	斜面数
Very High	$H \geq 75$	4
High	$65 \leq H < 75$	11
Moderate	$50 \leq H < 65$	6
Low	$H < 50$	2

3) 対策工の検討

JICA 調査団が作成したガイドラインにもとづき、斜面点検を実施した各斜面について適切な対策工法を提案した。SIMS によって計算した概算工費の総額は、大規模な地すべり対策を必要とする S-05 斜面分を除いた 22 斜面に対して、180 万マレーシア・リングgitとなった。

(3) 新システムの適用性評価

斜面点検は、JICA 調査団員の指導のもと、サバ州の地元コンサルタントの地質技術者によって行なわれたが、満足すべきレベルの点検結果が得られた。

また SIMS を用いた災害リスクの評価、対策工実施計画検討のための優先順位リスト、工費の概算も問題なく計算・出力することができた。

この結果、新しく提案された斜面点検方法、斜面情報管理システム SIMS を含んだ一連の斜面防災管理システムは、東西高速道路だけでなく、種々の条件が異なった他の国道路線にも適用が可能であることが確認できた。

なお、地元コンサルの地質技術者による斜面点検に関しては、事前の技術説明だけでなく、現場におけるトレーニングも入念に行なわれた。今後の全国展開において、従事する技術者へのトレーニングの重要性を確認した。

5.3 経済分析の検討と適用

本プロジェクトにおける経済分析の主たる目的は、斜面防災事業実施の経済的観点からの妥当性ならびに実施計画における優先順位付けのための支援情報を得ることである。種々の社会経済的データに基づいて経済評価を行なう算定式を検討し、ケース・スタディとして、東西高速道路のデータを適用して試算を行ない概ね妥当な数値を得た。

しかし今回開発した情報システム(SIMS)にこの手法を組み込んで適用するには、入力データの項目の多さや専門的判断が必要な点などから、方針を変え、システムとしては次項に述べる簡易式を用いることとなった。なお公共プロジェクトの計画において経済分析の重要性は一層増すことが予想されることから、実用化のための課題について述べている。

(1) 今回 SIMS において使用した経済評価の簡易式

上記で述べた事情から、SIMS の今バージョンでは、以下にしめす簡易式を適用した。すなわち経済分析で用いる多数の入力要素のうち、全国レベルで信頼できるデータがそろい客観性があるものとして、道路の交通量を取り出し、これと斜面点検によって斜面毎に試算される対策工事の概算値から、防災事業の経済効率を評価しようとする試みである。

$$E = V_T / C$$

ここに

E: 経済効率(V_T と C の比)

V_T : 当該道路(区間)の年平均日交通量(台数)

C: 対策工事費 (RM 1,000)

“ V_T ”は道路防災事業を行なうことによって生じる便益を代表する関数であると考え、一方“C”は事業コストとし、両者の比が事業の費用対効果をしめす簡易的な指標であると考えたものである。表 5.3.1 にケーススタディのデータを用いて V_T/C を計算した結果の一部をしめた。(経済分析により算出した B/C の値との間で良い相関が見られた)。

表 5.3.1 簡易経済指標計算結果 (ケース・スタディ)

災害 リスク	No.	JKR 斜面 ID No.	危険度評価 点数	崩壊タイプ		V _T /C	B/C
非常に 高い	1	F04/071.50RC	85	4	1	0.8	1.1
	2	F04/081.15LC	84	4	1	2.6	1.6
	3	F04/031.46RC	81	1	2	5.2	2.4
	4	F04/032.08RG	78	1	2	1.9	1.4
	5	F04/033.30RC	77	1	2	15.5	5.1
	6	F04/072.68LC	77	4	1	2.8	1.7
	7	F04/069.52LC	76	1	-	0.9	1.2
	8	F04/031.92RC	76	1	2	6.0	2.6
	9	F04/050.90RE	76	6	-	9.0	3.4
高い (一部を 示す)	10	F04/035.53LR	73	3	-	1.4	1.1
	11	F04/036.14LC	70	4	-	1.1	1.1
	12	F04/027.35RC	70	3	-	9.6	2.3
	13	F04/027.91RC	70	1	2	8.7	2.1
	14	F04/038.80RC	70	1	-	7.1	1.9
	15	F04/032.95RC	69	1	2	12.3	2.6
合 計 (317 Slopes)						14.3 ²⁾	1.6

注) V_T: 日交通量(台数)、C: 対策工事費

(2) 新システムにおける経済評価の意義

公共事業に関する投資の意義、投資効率についての議論が高まりつつある。プロジェクトの計画・実施に際し、以下の観点から経済分析の必要性が認識されてきた。

- 1) 国民に対するアカウンタビリティ
- 2) 事業投資効率の改善
- 3) 事業実施の優先順位の客観的裏付け、その他

マレーシアにおける既存の斜面管理システム(SMS および SPRS)では、斜面点検結果により斜面の安定度を判定し、これにコンシーケンスと呼ばれる被害・影響度を推定する係数を乗じて、災害のリスクを評価してきた。しかし上述の趨勢にかんがみて、本システムの開発に際し、経済評価分析の導入を提案したものである。

(3) 経済分析の方法

経済分析の方法としては、ウィズ・ウィズアウト法(With- Without Method) を用いた。この方法は、ある事業を実施した場合と、実施しなかった場合の2つのケースを比較することにより、事業実施による効果(便益)を評価しようとする方法である。便益としては、表 5.3.2 にしめす各項目を考えた。

表 5.3.2 便益の項目

1. 人体への被害	(1) 通行車両内(負傷, 死亡)
	(2) 道路に近接する建物内(負傷, 死亡)
2. 財産への被害	(1) 車両 (種別毎)
	(2) 道路に近接する建物
	(3) 道路近傍の農業生産
3. 復旧作業のコスト	
4. 代替道路迂回による時間損失、人と物の運搬コスト	
5. 仮設道路建設コスト	
6. 道路閉鎖による時間損失	
7. 事業所得などへの被害	

(4) 経済評価分析の結果

経済評価分析の結果は、3つの経済指標、すなわち

- 1) EIRR (Economic Internal Rate of Return),
- 2) B/C (Benefit Cost Ratio)
- 3) NPV (Net Present Value: B-C).

であらわした。なお EIRR と B/C による経済効率の判定基準を表 5.3.3 にしめた。NPV は金額で表示されるため、規準となる比率はない。

表 5.3.3 経済評価指標の判定基準

事業評価レベル	EIRR	B/C
良好(非常にフィジブルである)	18% 以上	2.0 以上
可 (フィジブルである)	10-18%	1.0 - 2.0
不良 (フィジブルでない)	10% 以下	1.0 以下

ケーススタディの各斜面に対して行なった経済分析の結果(一部)を表 5.3.4 にしめす。

表 5.3.4 経済分析の結果 (ケース・スタディ)

危険度 レベル	No.	斜面 ID	危険度評 価点数	崩壊 タイプ	EIRR (%)	便益 (RM 1,000)	コスト (RM 1,000)	B/C	NPV (B-C) (RM 1,000)
非常に 高い	1	071.50RC	85	4 1	11.7	2,407.4	2,136.5	1.1	271
	2	081.15LC	84	4 1	17.3	1,047.8	639.9	1.6	408
	3	031.46RC	81	1 2	23.7	742.7	314.2	2.4	429
	4	032.08RG	78	1 2	15.4	1,264.8	875.7	1.4	389
	5	033.30RC	77	1 2	43.3	541.1	106.3	5.1	435
	6	072.68LC	77	4 1	17.9	1,004.9	593.7	1.7	411
	7	069.52LC	76	1 -	12.1	2,154.2	1,855.6	1.2	299
	8	031.92RC	76	1 2	25.4	703.1	272.7	2.6	430
	9	050.90RE	76	6 -	31.7	620.5	182.2	3.4	438
高い	10	035.53LR	73	3 -	11.6	1,292.5	1,155.0	1.1	137
	11	036.14LC	70	4 -	10.9	1,581.2	1,488.1	1.1	93
	12	027.35RC	70	3 -	23.4	395.4	171.1	2.3	224
	13	027.91RC	70	1 2	21.7	401.7	189.1	2.1	213
	14	038.80RC	70	1 -	19.8	442.6	232.6	1.9	210
	15	032.95RC	69	1 2	25.6	349.3	134.0	2.6	215

(5) 経済分析手法の将来への課題

経済分析の将来における実用化のためには、以下のような項目について検討を深める必要がある。

- 計算手順の単純化
- 対策工選択に関する合意
- 崩壊土量の大きさと損失時間との関係の定式化
- 崩壊土量と崩壊発生頻度の間関係についての検討
- 建物および農業に対する被害の推定方法
- 代替道路(迂回路)の定義、損失の算定方法
- その他

(6) 経済評価手法の効果的導入

斜面防災事業の将来を考える場合、経済評価手法の導入は不可欠と考える。信頼できる経済評価を行い、斜面防災事業に効果的に適用していくためには、以下の項目が必要である。

- 担当スタッフの教育
- 斜面災害記録の作成・保存
- 斜面リスクの評価、交通量、その他経済分析に必要なデータの収集・および更新体制

5.4 SIMS の将来拡張計画

SIMS はマレーシア国全土の道路斜面への適用を意図して設計、開発されたものであり、斜面防災管理に関わる JKR 本部、各地方事務所の統一的な利用が期待されている。将来の SIMS の拡張については、斜面データベースの構築を基本として、各アプリケーションに付随する標準化した機能や情報の拡張、さらに GIS を活用するための基本データの拡充が必要となる。

(1) SIMS の全国展開

SIMS を全国展開するためには、現場における斜面点検作業を通じたデータの集積が基本となる。SIMS に標準のフォームや情報は今後新たな斜面点検作業を実施する場合にも十分に適用できるものと考えられる。

将来 SIMS を全国展開していく場合に起こり得るシステムの変更については、SIMS にあらかじめ用意されている管理機能を使うことにより、データベースの設計や標準化された情報、リスクランキングの表示、計算機能などについて自在な変更や付加が可能ないように設計されている。

SIMS の GIS 機能を活用するためには、現地における斜面点検により斜面ごとのポリゴンデータを作成するとともに、空中写真、および縮尺 1:5,000 の地形図の作成が必要不可欠となる。これにより、斜面ごとの属性データ、および斜面危険度評価や対策工、ランキングや相対的な色分けなどの GIS 機能の有効な活用が可能となる。

(2) SIMS 全国展開のための体制

SIMS の全国展開のためには、データ収集（斜面点検）および情報統合のための体制づくりが必要となる。JKR 内部、とくに地方事務所レベルでの必要な技術者の養成、あるいは外部委託を含む SIMS の管理体制について検討していく必要がある。さらに、地方事務所レベルでのデータ収集（斜面点検）に加えて、SIMS へのデータ入力、SIMS の新規ユーザーのためのトレーニング、そして SIMS の技術サポート（システムメンテナンスおよびユーザーサポート）は今後の効果的な全国展開に不可欠な要素である。今後、JKR において、GIS、ソフトウェアアプリケーション、データベース技術の知識、経験が増えるにしたがい SIMS の有効利用が加速されるものと考えられる。

(3) SIMS 全国展開のための技術的側面

SIMS は JKR の斜面管理の業務をより効果的に実施するために開発されたもので、JICA スタディチームと JKR 維持管理課の双方の斜面管理に関する経験、知識、手法を統合し、それをもとにデータベース、GIS 機能そしてカスタマイズされたソフトウェア等で構築したものである。

当システムはマイクロソフト社のビジュアルベーシック言語を使って開発されたもので、リレーショナルデータベースは JKR の仕様として SQL サーバー、地方事務所の仕様としてはマイクロソフト社アクセス 2000、GIS 機能としては ESRI 社のマップオブジェクトをそれぞれ使用し、オペレーティングシステムとしてはウインドウズ 2000 を使用している。SIMS の開発で適用したこのような技術は今後全国展開するうえでシステムの拡張性のうえで十分なものと考えられる。但し、それぞれのソフトウェア使用のライセンス取得が前提となる。

データベース、GIS、ソフトウェアアプリケーションの専門技術者は JKR 内部の人的資源の育成と外部委託の両面に対処していく必要がある。SIMS とそれに関する技術を広めるためには、新たなトレーニングの開催と多くのユーザーの参画が必要となる。将来のコンピュータ技術、オペレーティングシステムおよびサポート体制の変化に対しても、本プロジェクトで開発された SIMS の効果的かつ継続的な利用は可能と判断されが、今後 JKR が主体となって SIMS の維持管理を継続的に実施していくことが望まれる。

第6章 組織と人材開発

6.1 組織と人材の現状：

(1) JKR の現状組織

大規模災害に対しては、首相府のリードの下、全国防災委員会 (National Disaster Committee) が組織され、公共事業省をはじめ関係各省庁が構成メンバーとなって、防災計画および緊急対応が検討されている。

国道に関する災害対策に対しては、通常国道を管理する公共事業総局 (JKR-Public Works Department) の道路局が中心となり、事業の計画・実施を行なっている。

本局における道路防災事業の担当部門は、道路維持管理課 (Road Maintenance Unit) で、斜面災害については、この中の斜面管理係 (Slope Management and Maintenance Sector) が任務を担っている。

地方においては、各州毎にある JKR の州事務所 (State Office) の下に、全国合計で 125 の地方事務所 (District Office) がおかれ、ここが直接国道に関する業務を実施している。

(2) 道路維持管理の民営化

中央政府の行政改革方針の下で、公共事業省において特に「維持管理事業の民営化」が鋭意すすめられている。JKR においては、2001年2月末より、マレー半島内の舗装された国道を対象として、これまで JKR の地方事務所が主として直営で行ってきた定常維持管理 (Routine Road Maintenance) を、民間の道路管理会社に長期契約のもと、委託することとなった。しかし、斜面防災事業において重要な意味を持つ「斜面の維持管理」はこの定常維持管理契約には含まれていないため、従来どおり JKR の地方事務所が担当するという体制となっている。(崩壊事故発生時の土砂除去・交通復旧などの緊急対応だけは管理会社が行なう契約となっている)。

注：適切な斜面防災管理を行なうためには、民間の道路管理会社と JKR 地方事務所との間で、斜面の監視と緊急対応に関し、密接な情報連絡と協力体制が不可欠である旨、勧告している。

(3) JKR の現状の人材

JKR 全体の職員数は約 40,000 人であり、このうち本部には約 9,200 人が所属している。道路局の職員数 510 人のうち、前述の道路維持管理課には 24 人が所属している。民営化以前においては、地方において道路維持管理業務に従事していた JKR の職員数は常勤者だけで 536 人であったが、民営化により大多数が民間道路管理会社に異動した。

この異動した職員の中には、これまで斜面の維持管理に携っていた者も含まれるため、JKR 地方事務所における斜面維持管理にかかわる人材は現在では非常に手薄になっている。

なお、今後の実施体制のところでは触れるが、現在運用されている斜面管理システム SPRS では、危険な斜面の点検は外部委託ではなく、JKR 地方事務所の技術員 (technician)により直営で実施されている。危険な斜面（あるいは実際に崩壊が発生した斜面）に対する対策工事の実施については、一般的に、地質調査や対策工設計業務を合わせフルターンキーで、JKR の本部または州事務所から建設会社に請負契約されている。

6.2 組織と人材の提案

(1) 組織についての提案

道路管理事業の民営化後、斜面防災管理に携る JKR の職員数は大幅に減少している。一方新しく開発された斜面点検、情報システムを含む斜面防災管理システムを導入し、山岳道路の安全性向上のためにさまざまな事業を展開していくためには、現状組織の改善、役割の見直し、外部人材の活用が必須である。このためには、以下のような方策をすすめる必要があると考える。

1) JKR 本部がもつ役割・業務の州事務所/地方事務所への委譲

全国における斜面防災管理を一元的に効率よく推進していくためには、本部としては中長期視点に立った全体計画の策定、予算計画、教育および技術管理に役割を集中させ、個々の工事の実施・監督等は極力州事務所、地方事務所に任せる体制が必要がある。

2) JKR 本部における斜面防災管理体制の強化

本部においては斜面点検、リスク評価、対策工、斜面維持管理に関する企画、推進、指導、評価、システム改善等ができる技術管理能力を持つ体制を整備する必要がある。

(2) SIMS の運用

新開発の斜面情報システムを全国的に導入・活用して、適切な斜面災害管理を行なうためには、州事務所・地方事務所の担当職員がシステムの運用方法について十分習熟するとともに、本部(道路維持管理課)において、技術計画および技術指導ができる専門スタッフとして、以下の人材を各1名(採用、移転、派遣契約等により)確保する必要がある。

1) 斜面点検を計画・指導できる地質技術者

2) 情報システム(SIMS)運用の指導、教育計画、システム改良計画ができるシステムエンジニア

(3) 人材開発の提案

1) 人材開発の方針

現在のスタッフに関して、以下の面での能力開発が必要である。

- 斜面防災事業全般に関する管理能力
- 経済評価に関する知識と能力
- 斜面情報システムの運用に関する能力その他

2) 外部人材を活用すべき分野

斜面防災管理についての人員不足に対応することと共に、専門知識と経験を要する仕事の実施については、外部人材の活用を推進すべきである。特に、従来から主として外注が行なわれてきた斜面对策工事の施工と、これに先立つ地質調査や設計業務は、今後も信頼できる成果を得られるように業者を指導・育成する必要がある。新開発システムの実施にあたっては、斜面点検、ならびに情報システムの運用・改良のために、専門会社との契約関係による人材活用が不可欠である。

第7章 斜面管理システムの導入計画

今回新しく開発された斜面防災管理システムを全国的に展開するための実施計画を以下のように検討した。

7.1 全国の国道への導入適用

(1) 背景

既存の斜面管理システム SPRS (Slop Priority Ranking System) が現在マレーシア全国の主要な国道に適用され、斜面防災事業計画づくりに使われている。対策工実施計画における優先順序付けや、また年次予算の割り当てにおいて有効に活用されているが、いくつかの問題点が指摘されていた。斜面の災害リスク評価の信頼度の問題、対策工法選定及び工費概算の精度、斜面毎のデータベース機能、図化機能その他である。こうした欠点を補うように開発されたのが SIMS を中心とする新しい斜面管理システムである。

新たなシステム SIMS によって全国的な斜面データベースができるまでは、既存の SPRS による危険斜面の選抜結果と併用する形で、新システムの逐次導入が図られることになると考えられる。

以下に新システムの展開計画を述べる。

(2) 新システム導入の優先順位

マレーシアにおける全国の国道総延長は 14,891 km である。予算の制約その他実施上の問題から、各国道路線に優先度を定め、これに基づいて逐次導入を図るのが現実的である。表 7.1.1 は、SPRS の結果に基づき、崩壊の危険度が高い斜面の多い 12 の路線の一覧表である（この表は JKR によって作成され、2000 年 7 月に新聞に公表された資料に一部加筆したものである）。この 12 の路線を、全国展開の第一次計画とする提案である。なおこれに続く第二次計画としては、同じく SPRS の結果により、次に危険度が高い路線を逐次選択して導入するのが妥当であると考えられる。

(3) 第一次計画の概要

- 1) 対象道路： 表 7.1.1 にしめす 12 路線, 総延長 1,068 km
- 2) 期間： 2 年間
- 3) 想定費用： 約 1 千万マレーシア・リングgit (約 3 億円)
- 4) 実施上必要なこと
 - 本社における計画・技術指導のための専門家の確保 (斜面点検, ならびに情報システム管理)
 - 斜面点検, システム管理, 航空写真撮影(オプション)・デジタル図化等作業の外注
 - 導入事務所へのコンピューターハードウェア、ソフトウェアの配備
 - 職員および関係者への管理・技術トレーニング
- 5) 日程計画

表 7.1.1 に、第一次計画で導入を図る路線名をしめす。

表 7.1.1 斜面崩壊リスクが高いと認定された路線一覧

No.	Brief Description of Route	Route No.	Design Standard	Route Distance (km)	Percentage in hilly and mountainous area (%)	Distance in hilly or mountainous area (km)	Number of Past Slope Failure			
							Year 1998	Year 1999	Year 2000	3 years total
A. WEST MALAYSIA										
1	Gerik - Pasir Putih (East-West Highway)	No. 4	R5	203	90%	183	8	5	5	18
2	Jalan Mengelilingi Pulau Pinang (Pulau Pinang)	No. 6	R1	62	40%	25	3	3	3	9
3	Bentong - Gua Musang - Kota Bharu	No. 8	R2	407	40%	163	2	2	2	6
4	Kuala Kubu Bharu - Gap - Teranum	No.55	R1	53	80%	43	10	8	8	26
5	Gap - Faser Hill	No.56	R2	8	100%	8	20	10	10	40
6	Tapah - Cameron Highlands	No.59	R2	65	95%	61	10	10	10	30
7	Kuala Lumpur - Bentong (Jalan Bentong Lama)	No.68	R2	60	70%	42	5	4	4	13
8	Baling - Kuala Kangsar	No.76	R3	164	80%	131	5	3	3	11
9	Seremban - Kuala Klawang - Simpang Pertang	No.86	R2	63	40%	25	3	3	7	13
10	Simpang Pulai-Lojin (The 2nd East-West Highway)	(*1)	R3	49	90%	44	(*1)	(*1)	(*1)	(*1)
B. SABAH										
11	Tamparuli - Sandakan	No.22	R2	298	95%	283	10	10	8	28
12	Penampang-Tambunan-Keningau	No.500	R4	120	50%	60	(*2)	(*2)	(*2)	(*2)
GRAND TOTAL										
				1,551	69%	1,068	76	58	60	194

(*1) As being State Road under construction, no record is available.

(Compiled in Decemembr 2001 by JKR)

(*2) State Road until December 2000, then no record is available.

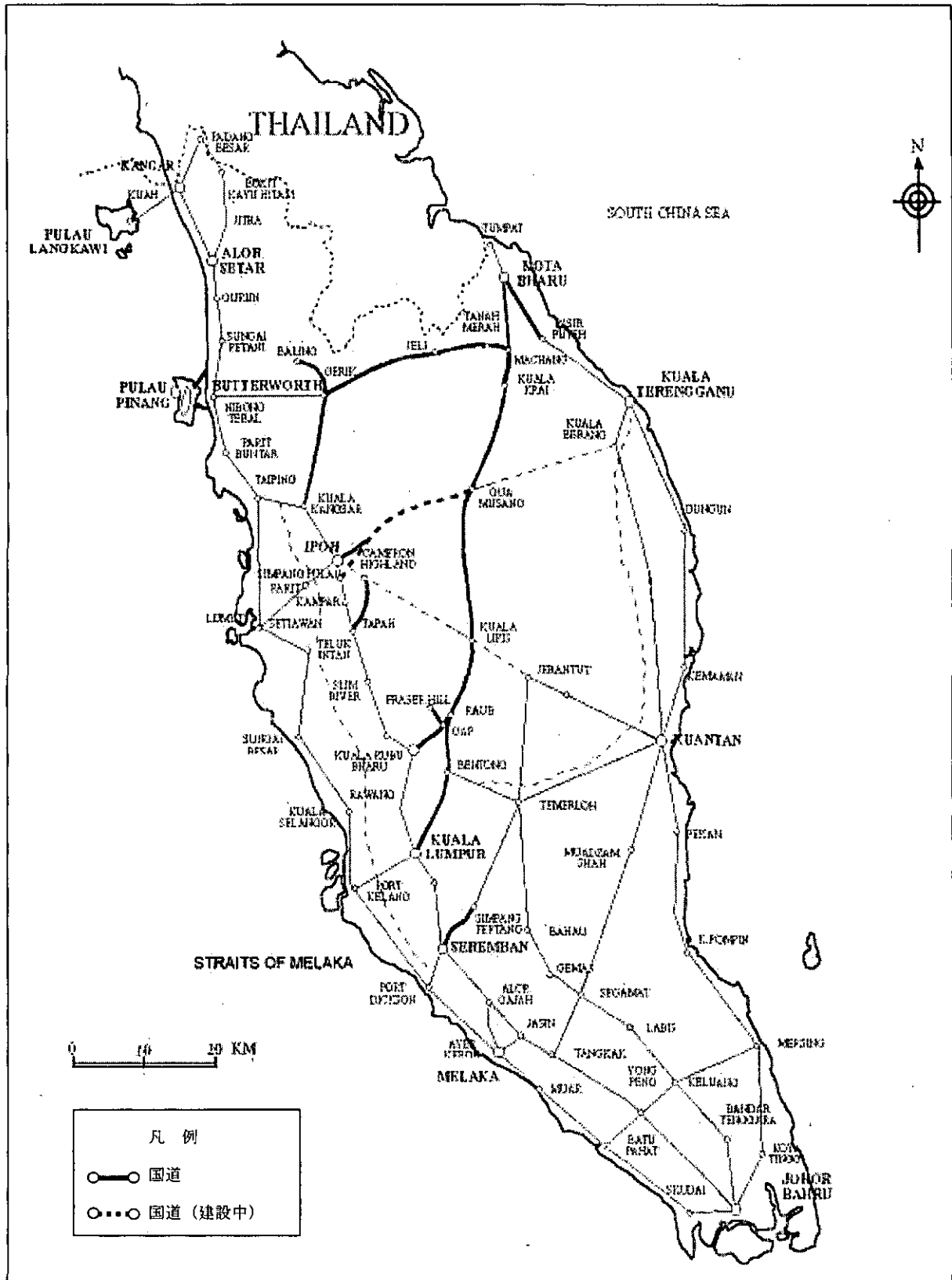


図 7.1.1 斜面崩壊リスクが高いと認定された路線一覧(半島)

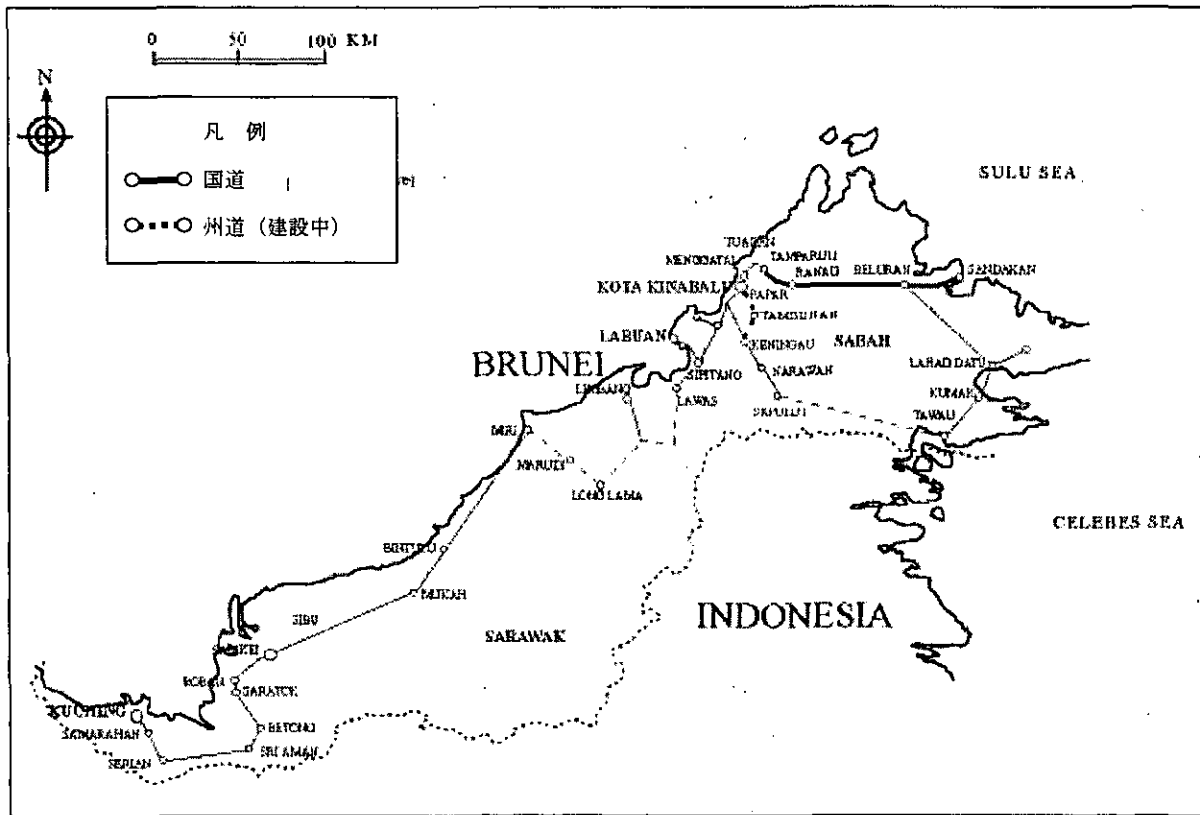


図 7.1.2 斜面崩壊リスクが高いと認定された路線一覧(東マレーシア)

表 7.1.2 第一次計画日程表(12 路線、総延長 1,068 km)

	日 程						備 考
	一年次			二年次			
斜面点検	■■■■			■■■■			
SIMS	====			====			
教育プログラム							
斜面防災管理	====			====			
斜面点検	====			====			
システム メンテナンス		====			====		

7.2 新システム導入のために必要な人材：

新システムの全国導入にあたっては、JKR 本部において全体的な導入計画、実施要領、教育計画、外注業務の契約関係、技術管理と技術支援等を行なう必要がある。

州事務所と地方事務所においては、関係職員に対して本部が準備する教育プログラムに参加させ、システム全体の概要、斜面点検の概要、ならびに情報システムの運用の手順を、教育プログラムを通して十分理解させる必要がある。

斜面点検およびシステムメンテナンス（必要によっては航空写真撮影とデジタルマッピング）は専門業者に外注させる。

7.3 教育プログラム

斜面防災管理システムの適切な導入と運用を図るうえで、JKR ならびに民間会社を含めて、関係スタッフの教育プログラムは不可欠である。

教育プログラムは次の3つのコースからなる。

- a) 斜面防災管理、
- b) 斜面点検
- c) 情報システム(SIMS)の運用

表 7.3.1 に斜面防災管理のための教育プログラムの基本的な枠組みをしめた。

表 7.3.1 斜面防災管理のための教育プログラム

訓練項目		斜面管理全般	斜面点検	情報システム(SIMS)	
訓練用教材		ガイドラインI 「斜面管理および道路イン」	ガイドラインII 「斜面点検ガイドライン」 ガイドラインIV 「対策工の選定・概算ガイドライン」	ガイドラインV 「斜面情報管理システムガイドライン」 ユーザーレベルに合わせた教材	
インストラクター		維持管理部門 技師	・維持管理部門技師 ・地質・地盤工学技師（部外講師）	・維持管理部門技師 ・システムエンジニア（部外）	
受講内容	JKR本部	斜面点検・維持管理部門	技師	技師・技能員	・上級レベル技師（講義とOJT） ・一般レベル技術員（講義とOJT）
		情報センター	技師	不要	・管理レベル技師・技術員（講義とOJT）
	JKR州事務所	技師	技師（室内研修）	一般レベル技師（講義）	
	JKR地方事務所	技師	技師・技能員	・上級レベル技師（講義とOJT） ・一般レベル技術員（講義とOJT）	
	民間	技術コンサルタント	不要	地質・地盤工学技師・土木技師	不要
		システム会社	不要	不要	管理レベル技師（講義）

第 8 章 道路斜面防災管理のガイドライン

本ガイドラインは、『マレーシア国道路防災管理計画調査』の成果の一つとして、斜面情報管理システム(SIMS)とともに作成された。

本ガイドラインは、原則としてマレーシア国の国道における斜面防災管理に携わる JKR の本部ならびに出先事務所の職員が、管理面ならびに技術面の手引きとして使用することを想定して作られている。しかしながら、本ガイドの技術的記述に関しては、斜面管理関係業務に携わる民間セクターにとっても役立つものと考えている。

本ガイドラインは、以下の5つのガイドから構成されている。

- ガイド I: 道路斜面維持防災管理ガイド
- ガイド II: 斜面点検ガイド
- ガイド III: 早期警戒および地質調査ガイド
- ガイド IV: 対策工選定および工費概算ガイド
- ガイド V: 斜面情報管理システム(SIMS) ガイド

各ガイドの内容については表 8.1.1 に要約した。同表にしめすように、ガイド I は道路斜面防災管理業務全体を概観した後、斜面の維持管理の具体的手順について記述している。ガイド II, III, ならびに IV は、それぞれ、斜面点検、早期警戒および地質調査、対策工の選定と工費概算という各技術分野に関し、具体的な手順の記述を行なっている。最後にガイド V は、本プロジェクトで開発した斜面情報管理システム (SIMS) のユーザーズ・レファレンスとして、システムの内容ならびに運用方法等について記述している。

表 8.1.1 各ガイドの内容一覧

ガイド名称		内容
ガイド I	道路斜面維持防災管理ガイド	道路斜面防災管理業務の概観 (第 1 章から第 5 章) 斜面維持・防災管理の手順 (第 6 章から第 8 章)
ガイド II	斜面点検ガイド	各技術分野における技術仕様・ 手順の説明。
ガイド III	早期警戒および地質調査ガイド	
ガイド IV	対策工選定および 工費概算ガイド	
ガイド V	斜面情報管理システム(SIMS) ガイド	ユーザーズ・レファレンス・ マニュアル

8.1 ガイド I：道路斜面維持防災管理ガイド

8.1.1 まえがき

前述のように、このガイド I では、道路斜面の維持・防災管理業務を概観した後、具体的な斜面維持管理の手順について述べている。

このガイドを作成するにあたっては、マレーシアにおける既往の斜面管理関連資料を綿密にレビューする一方、日本および海外におけるこの分野での技術成果もレビューした。こうして最新の技術レベルを確保する一方、マレーシア国内の国道に適用することを念頭に、使いやすく実用的な管理技術基準となるよう留意した。

今後 JKR 側でこのガイドを実際プロジェクトで適用し、必要に応じて改良を重ね、真に現地の条件・実施体制にあった基準が確立される必要がある。本ガイドが将来の『マレーシア道路斜面防災管理マニュアル』のたたき台となることを望んでいる。

8.1.2 道路斜面防災管理の概要

道路斜面管理の基本概念と業務の流れを以下に述べる。

(1) 道路斜面防災管理の基本概念

図 8.1.1 に道路斜面防災管理の基本概念をしめすが、これは 3つのステージに分けることができる。

- ステージ I: 道路斜面災害危険度評価 (斜面点検およびリスク評価)
- ステージ II: 斜面对策の実施(対策工の計画と実施、その他の斜面維持業務)
- ステージ III: 緊急時の対策 (事前計画および緊急対応)

(2) 斜面管理レベル

災害リスクの評価結果に基づき、斜面管理の実施内容を表 8.1.2. にしめすように、4つのレベルに区分することができる。

表 8.1.2 災害リスク評価に基づく斜面管理レベル

斜面管理レベル	災害リスク評価ランク	斜面維持管理の基本方針
レベル I	非常に高い	対策工事の実施
レベル II	高い	定常パトロール、機器モニタリング
レベル III	中位	定期点検
レベル IV	低い	監視対象から除外する

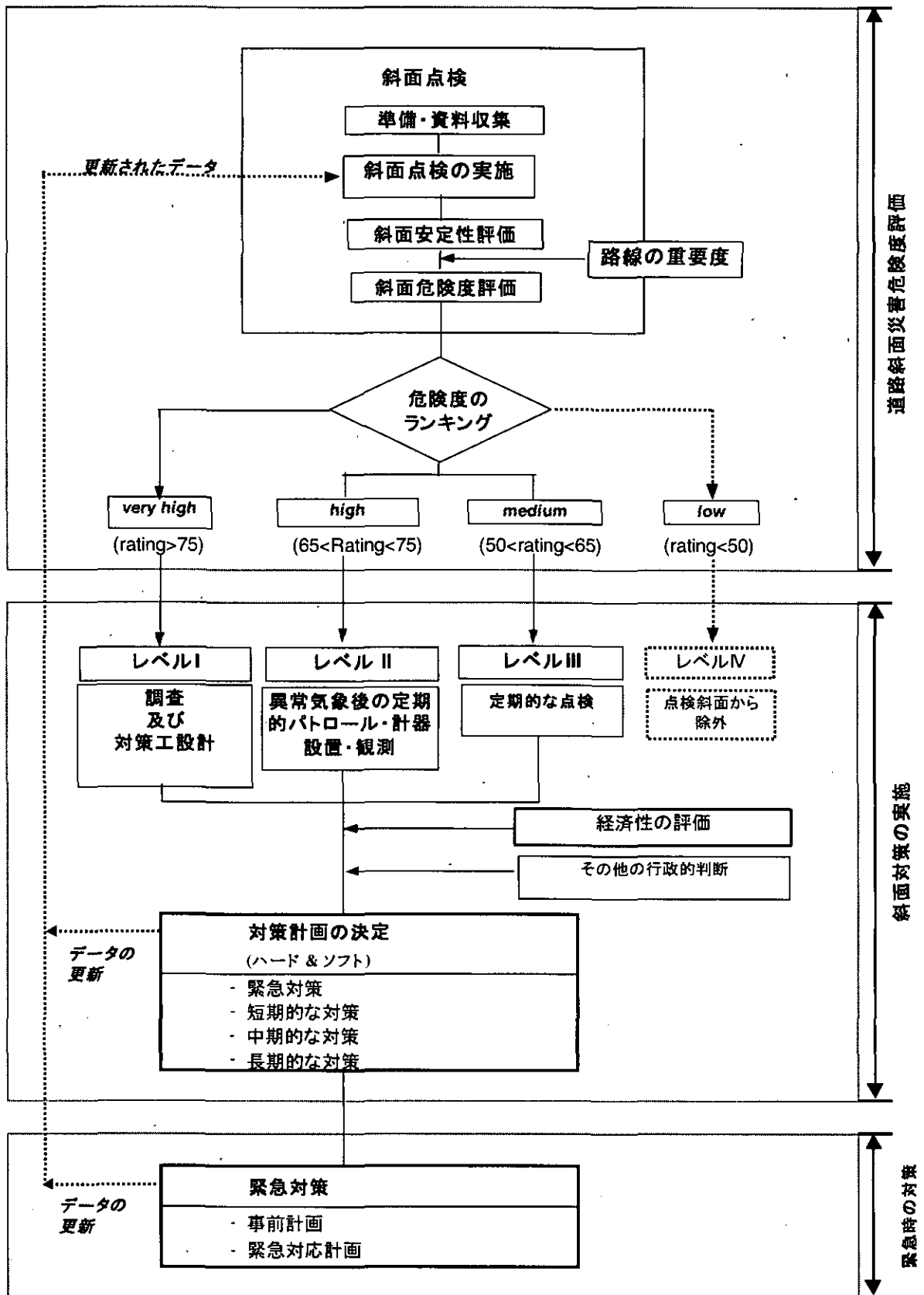


図 8.1.1 道路斜面防災管理の基本概念

8.1.3 道路斜面防災管理の組織

マレーシア中央政府の民営化推進の方針により、マレー半島内の舗装された国道の定常維持管理(routine road maintenance)は2001年2月末、従来のJKR直営体制から、民間の道路管理会社に移管された。しかし斜面の維持管理については、引き続きJKRが責任を負うことになっている。結果的には道路の維持管理を2つの機関が別々に行なうことになる。不安定な斜面では、舗装面、路肩、排水工その他道路構造物に異常な現象が起こることも良くあることから、道路管理会社とJKRとの間で、斜面の維持管理に関して、密接な情報交換、協力体制について明確に確認することが必要である。

図 8.1.2 にマレー半島内国道の維持管理に関わる組織図をしめす。

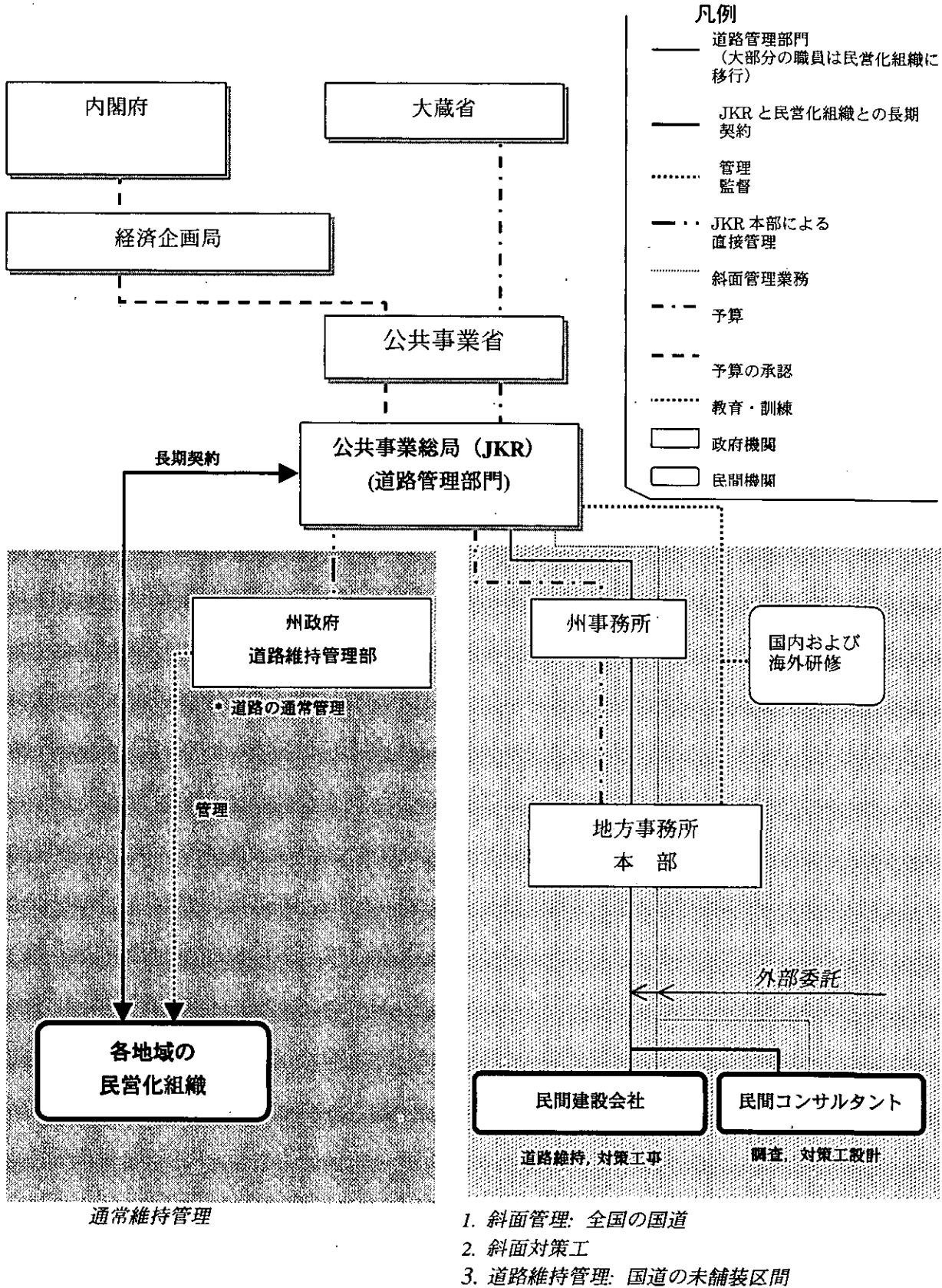


図 8.1.2 道路斜面管理のための組織図

8.1.4 斜面点検とリスク評価

斜面点検の結果によって、斜面防災管理計画が立てられることを考えると、この斜面点検の重要性は極めて大である。マレーシアで現在用いられている SPRS によるリスク評価の信頼度を高めたいとの JKR からの要望に答え、新しいシステムでは、斜面点検のやり方をいくつかの点で改良した。そのうちの例としては、

- 1) 6つの斜面崩壊タイプを定義し、この分類に則って、斜面の観察・リスク評価を行なうこと（表 8.1.3 斜面崩壊タイプ 参照）
- 2) 従来 JKR が直営で行なってきた斜面点検を、民間コンサルタント会社に委託し、教育訓練を受けた地質技術者に受け持たせる

などである。

表 8.1.3 斜面崩壊タイプ

斜面の種類	Type of Slope Failure
切土および 自然斜面	1 表層崩壊 (CL)
	2 落石 (RF)
	3 岩盤崩壊 (RM)
	4 地すべり (LS)
溪流部	5 土石流 (DB)
盛土斜面	6 盛土崩壊 (EB)

8.1.5 対策工の実施計画

(1) 対策工実施の優先順序

斜面危険度評価（リスク・レイティング）結果を中心として、これに対策工の工費、経済分析指標、その他行政的判断を加え、斜面の防災管理計画における優先順序付けが行なわれる。図 8.1.4 は、ケース・スタディにおいて作成した優先順序一覧表の一例である。

表 8.1.4 対策工実施計画における優先順序一覧表

No	点検時斜面番号	斜面番号	斜面のタイプ	斜面崩壊のタイプ	安定性評価	路線の重要度	危険度評価	危険度のレベル	対策工費	経済評価指標 (V _r /C)	最終評価
1	-	0004/071/500RC	1	4	85	8	85	V.H	2,427,500		
2	1091	0004/081/150LC	1	4	85	7	84	V.H	727,000		
3	385	0004/031/460RC	1	1	82	7	81	V.H	356,935		
4	396	0004/032/080RC	1	1	79	7	78	V.H	995,000		
5	-	0004/072/680LC	1	4	77	8	77	V.H	674,606		
6	415	0004/033/300RC	1	1	79	6	77	V.H	120,755		
7	392	0004/031/920RC	1	3	77	7	76	V.H	309,600		
8	-	0004/069/520LC	1	1	77	7	76	V.H	2,108,267		
9	647	0004/050/900RC	2	6	75	8	76	V.H	206,988		
10	432	0004/035/530LC	1	3	74	6	73	H	1,312,314		
11	441	0004/036/140LC	1	4	69	8	70	H	1,428,400		
12	332	0004/027/350RC	1	1	70	7	70	H	191,267		
13	433	0004/027/910RC	1	1	71	6	70	H	214,812		
14	474	0004/038/800RC	1	1	72	5	70	H	264,318		
15	442	0004/032/950RC	1	1	71	5	69	H	152,143		
16	468	0004/038/530LE	2	6	68	7	68	H	422,521		

(3) 対策工の選定と工費概算

対策工の実施が決定したら、詳細な地質調査と実施設計を行ない、現地条件にあった最適な対策工を決める必要がある。実施設計結果に基づき、正確な工費の積算を行なう。

8.1.6 斜面の維持管理

対策工の予算の制約から、山岳道路においては対策が未施工の斜面も多い。この場合、斜面の維持管理の重要性はきわめて大である。詳細はガイド I の中に記しているが、特に注意を喚起したいのは次の 2 点である。

(1) 斜面状況を重視した定常パトロール

道路管理の担当が民間道路管理会社と JKR の両者に分かれているが、斜面管理の責任を JKR が担っている以上、JKR が定常の道路パトロールを行なう際には、特に斜面の安定状態に注目して行う必要がある。(前述したように、道路管理会社から、舗装・路肩・構造物等に以上がある場合は速やかに連絡を受け、必要があれば直ちに必要な処置が取れるようにするべきである。)

(2) 斜面維持管理に関する記録システム

残念ながら、JKR では過去の維持管理、災害発生、補修、降雨記録など、斜面防災にとって有用な記録・情報が非常に限られている。今後、限られた人的資源・予算を有効に活用するためには、記録の作成、保管、活用は極めて意味のあることである。その意味で、ガイド I の中では、パトロールに於ける異常現象の発見、斜面崩壊等の発生、対策工事の実施の 3 つについて、必ず記録を取って台帳として管理できるよう、各々の様式を提案している。

8.1.7 早期警戒および交通規制

対策工が施工されていない多くの危険な斜面において、通行車両および人命に対する被害を抑える手段の一つとして、早期警戒と交通規制は十分取り組む価値のあるシステムである。

これには以下に述べる二つの方法がある。

- (1) 斜面のモニタリングデータによる早期警戒
- (2) 降雨観測データに基づく交通規制

図 8.1.5 に、斜面モニタリングと降雨観測に基づく早期警戒ならびに交通規制の要点をまとめた。

図 8.1.5 各種計器の早期警戒に対する適用性

計測機器	計測項目	早期警戒のための規準	適用性
1) 雨量計	降雨量 (時間雨量および累積雨量)	規準値に基づく警報は可能である。信頼できる規準づくりのため、地元データの蓄積が急務である。..	適用可
2) 伸縮計	地表の動き (歪み)	一般的な規準値による警報は可能である。ただし表層崩壊の場合は地表歪みが現れないことも多い。	適用可
3) 落石検知器	落石の検知	実際の落石や崩土を感知できれば、警報を発することが出来る。..	適用可
4) その他の機器 孔内傾斜計、地盤傾斜計、 間隙水圧計ほか。		崩壊機構の解析等には有用であるが、早期警戒のための規準は各斜面に共通な値を決めるのが難しい。	不適

降雨観測データによる交通規制システムを導入する場合、信頼度の高い規制基準値をいかに定めるかについて、過去の斜面崩壊発生時前後の降雨記録はほとんどない。当面は、他地域に於ける解析例を参照して暫定的な基準を設定し、交通遮断ではなく警報を出す形式で試行を続ける中で、データの蓄積を待つのが適当であると考えられる。気象庁や灌漑水利局の降雨記録の活用とともに、JKR 独自でも雨量観測所を設置し、今後のデータ蓄積とデータ解析の体制を作っていくことがすすめられる。

8.1.8 緊急対応計画

できる限りの災害予防策をとるとともに、予期せぬ災害の発生に対して、最適な処置を速やかにとるために、緊急対応計画は重要である。緊急対応とともに、事前準備としての計画もあわせて検討することが必要である。緊急対応計画の目的、組織体制、各機関およびスタッフの任務、報告・連絡体制、関係機関との協力体制、必要機材の備蓄・調達等、検討が必要な項目について、日本や、その他諸外国における例をふまえて、ガイドの中で記述している。現地の実態に合った体制を定めるとともに、作成した計画内容の周知徹底、教育・訓練も不可欠である。

[附属資料]

道路斜面防災管理を支援するツールとして、日本で開発および導入が進められているいくつかの技術を紹介している。ハードウェアとしては、VICS をはじめとする道路利用者への各種の情報サービスであり、ソフトウェアとしては、防災ドクターや道路モニタなど民間協力の枠組みである。各国の事情にあわせた手法の開発が望まれる。