

マレーシア国
全国橋梁維持・修繕計画調査
事前調査報告書

平成 2 年 3 月

国際協力事業団

社調一
90-075

マレーシア国全国橋梁維持・修繕計画調査事前調査報告書

平成二年三月

113
115
SF

国際協力事業団

21624

JICA LIBRARY



1085306171

21624

序 文

日本国政府は、マレーシア国政府の要請に基づき、同国の全国橋梁維持・修繕計画に係る調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することとなった。

国際協力事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成2年2月13日から2月24日までの12日間にわたり、日本道路公団試験所構造試験室長・多久和勇氏を団長とする5名から成る事前調査団を現地に派遣し、本件要請の背景、調査内容の確認、問題点の整理を行うとともに、マレーシア国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関するS/Wを締結した。

本報告書は、これら調査団の現地調査の経緯とその結果、マレーシア国政府関係者の意向並びに本格調査への提言について収録したものであり、今後実施する本格調査に際し参考となることを期するものである。

終わりに、今回の調査を実施するにあたり多大なご協力及びご支援を賜ったマレーシア国政府並びに日本国政府の関係各位に対し感謝の意を表するとともに、今後の調査が順調に実施されることを期待するものである。

平成2年3月

国際協力事業団
理事 玉 光 弘 明

目 次

序 文

調査対象地域図

第1章 事前調査の概要	1
1-1 要請の背景	1
1-2 事前調査の目的	1
1-3 事前調査団の構成	2
1-4 事前調査団の日程	3
1-5 S/W協議の概要	4
第2章 マレーシア国の概要	6
2-1 社会・経済状況	6
2-2 対マレーシア援助の実績	14
第3章 道路現況と整備計画	23
3-1 道路及び道路交通の現況	23
3-2 道路整備計画	28
3-3 道路の維持管理	33
3-4 道路（橋梁）行政機関と組織	35
第4章 橋梁の現況と問題点	39
4-1 橋梁の現況	39
4-2 設計荷重	43
4-3 橋梁の維持管理の現状と問題点	43
4-4 橋梁補修の事例	54
4-5 全国幹線道路軸重調査(National Axle Load Study)	60
4-6 世銀の資金協力によるBMSの概要	69
第5章 本格調査の概要	72
5-1 調査の目的	72

5 - 2	調査対象橋梁	72
5 - 3	調査の実施方針	75
5 - 4	調査の内容	77
5 - 5	留意事項	86

附属資料

1.	Scope of Work	93
2.	Minutes of Meeting	103
3.	面談者リスト	111
4.	マレーシア側の T/R	113
5.	収集資料リスト	125
6.	橋梁目視調査表 (Axle Load Study Inspection Form) 及び橋梁インベントリーカード	127
7.	プレスリリース用資料	139
8.	写真集	143

第1章 事前調査の概要

1-1 要請の背景

マレーシア国の橋梁は、1972～1974年の調査によると、マレー半島だけで約4,500の橋梁が存在しており、1973年以後、全国的な調査は行われていないため正確な数はつかめていないが、現在では、その数はかなり増えていると考えられる。

しかし、マ国においては、橋梁は半永久的なものと考えられてきたため、道路等と比較して、橋梁の維持修繕のための体系的な指針がなく、建設以来、適切な維持修繕がなされないまま多数の橋梁に老朽化が進行しており、橋梁各部の損傷が著しい状況となっている。

また、近年のマ国の経済発展に伴い交通量が増大し、これらの橋梁への負荷が一段と大きくなってきているが、ほとんどの橋梁について、設計図面や限界荷重などの基本的な情報が整理されていないため、一部では、場当り的な車輛の重量制限を行って対応している。

1985～1987年にかけて、世銀の援助により行われた『National Axle Load Study (Phase 1)』において、Federal Road 1号、2号、3号についての橋梁台帳は整備されたが、具体的な橋梁の維持修繕方法までは策定されていない。現在は、マ側が独自の資金により『National Axle Load Study (Phase 2)』を実施しており、その他のFederal Road上の橋梁台帳が整備されつつあるが、やはり、維持修繕方法については言及されていない。

これらの状況に鑑み、早急にマ国の国情にあった橋梁の維持修繕計画を策定する必要があるとして、本調査を要請越したものである。

1-2 事前調査の目的

本調査は、マ国政府の要請に基づき、マ国既存橋梁の維持修繕に係るマニュアルを作成し、併せて、体系的な橋梁の維持修繕計画を策定するものであり、以下を目的とした事前調査を実施した。

- ① 要請背景及び要請内容の確認
- ② マ国橋梁の現況確認
- ③ 本格調査計画に必要な関連資料収集
- ④ 先方受入れ体制の確認
- ⑤ S/W協議及び協議議事録による協議内容の確認

1-3 事前調査団の構成

事前調査団の構成は、以下のとおりである。

担当分野	氏名	所 属
総 括	多久和 勇	日本道路公団試験所構造試験室長
橋 梁 計 画	藤島 幸年	日本道路公団計画部計画三課
維持管理計画	的場 純一	建設省道路局地方道課課長補佐
維持補修計画	近田 茂	㈱建設企画コンサルタント
調 査 企 画	稲田 吏香	国際協力事業団社会開発調査部社会開発調査第一課

1-4 事前調査の日程

調査期間 平成2年2月13日～2月24日

日順	月日	曜日	行 程	調 査 内 容
1	2 / 13	火	東 京→→→ クアラルンプール	
2	14	水		(午前) JICA事務所・大使館・EPU表敬 (午後) JKR表敬、S/W提示
3	15	木	クアラルンプール →→→コタキナバル	(午前) サバ・ステートJKR表敬 (午後) サバ・ステートEPU・日本領事館表敬
4	16	金	コタキナバル→→→ クチン	コタキナバル周辺現地踏査
5	17	土	クチン→→→→ クアラルンプール	(午前) サラワク・ステートJKR/EPU表敬 (午後) クチン周辺現地踏査
6	18	日		資料整理/団内打合せ
7	19	月		クアラルンプール、セレンバン周辺現地踏査
8	20	火		テクニカル・コミッティー・ミーティング
9	21	水		(午前) ステアリング・コミッティー・ミーティング (午後) M/M検討
10	22	木		調査団主催昼食会 (午後) 日本大使館公使表敬/プレス資料作成
11	23	金		(午前) S/W・M/M署名 (午後) プレス・コンファレンス、JICA事務所 報告
12	24	土	クアラルンプール →→→東京	帰国(近田氏のみ、24～26の間資料収集を行い、 27日に帰国)

1-5 S/W協議の概要

事前調査団は、対処方針案を基に、マ側関係機関と協議を行った。主な協議内容は以下のとおりである。（詳細は、附属資料M/M参照）

(1) 調査対象橋梁について

訪マ直前に、マ側からT/Rを修正したい旨の意向が表明された。

具体的には、T/Rを作成時と状況が変わってしまい、世銀による『National Axle Load Study (Phase 1)』（以下『NALS』とする）が進行し、Federal Road 沿いの橋梁（以下、Federal Bridge とする）については、詳細な調査が行われたため、主な対象を State Road 沿いの橋梁（以下、State Bridge とする）に変更してもらいたいとのことであった。

そこで、事前調査団の対処方針としては、State Bridge のインベントリーの作成と補修計画を中心にS/W案を作成していた。しかし、実際には、『NALS』は、Federal Road 1号、2号、3号沿いの橋梁台帳を作成し、橋梁を損傷度により5段階にランク付けし、損傷が著しく非常に危険なもの（損傷度5）についての架替え計画が決定しているが、その他のものについては、何ら修繕計画が策定されていないことが判明した。

また、現地踏査の結果、State Bridge は、スパンが10~20m程度のものがほとんどであり、かつ仮橋も多いので、維持修繕計画に力を入れるよりも、耐用寿命ぎりぎりまで使用して、架替えを行うほうが適切なのではないかという点で団内で考えがまとまった。

加えて、マ国における Federal Road の重要性を考慮すると、Federal Bridge の維持修繕計画に重点を置くほうが有用な調査になると考えられたため、マ側と再協議した結果、主な調査対象橋梁は、以下のとおりとすることになった。

〈 Federal Bridge 〉

以下の Federal Bridge を対象として、維持修繕計画を策定する。そのうち、詳細調査は最大20橋とし、載荷試験は最大5橋とする。

1) マレイ半島内

『NALS』で、損傷度「3」「4」にランクされている橋梁及び同調査で、基準耐荷力以下と判断されている橋梁（計300橋程度）。ただし、インベントリーは完成しているので、実際は、その中から100橋程度を選び、視調査を行ったうえで、ランク付けをチェックし、維持修繕計画を策定する。

2) サバ州・サラワク州

各15橋を対象として、目視調査を行う。ただし、行政単位が半島から独立しているため、別途、インベントリーを含む『Visual Inspection Report』を作成する。

〈 State Bridge 〉

Federal Bridge とタイプが異なっているものもあるので、各マニュアルに反映させるため、目視調査を行い、『 Visual Inspection Report 』を作成する。Perak 州、Selangor 州、Negri Sembilan 州の計40橋を対象とする。

※サバ州・サラワク州の Federal Bridge (30橋) 及び State Bridge (計40橋) は、第1次現地調査までにマ側が選定することになっている。

(2) 本格調査の手順について

S/W協議中に、本格調査の概略フローについて、マ側と協議し、合意を得たので、M/Mの別添2として添付した。

(3) マニュアルの部数について

調査の主目的の一つである、点検・維持修繕マニュアルの作成部数は、各100部とするこ
とで、マ側と合意した。

(4) C/P (カウターパート) 研修について

マ側から、日本におけるC/P研修についての強い要望があった。しかし、C/P枠の制
があるため、確約できない旨説明し、M/Mに記載した。

(5) 橋梁点検車について

本格調査時の橋梁詳細調査を行う際に、橋梁点検車を日本から持ち込んで、調査終了後、
供与してほしい旨の要望がマ側から出された。その有益性は理解できるものの、1台5千万
円程度と非常に高価であること、発注から入荷まで6カ月ほどの時間を要すること等に鑑み、
確約できない旨説明し、M/Mに記載した。

(6) 本格調査団用オフィスの提供について

当初、マ側から、本格調査団に提供できるオフィスがない旨説明を受けたが、日本側から
再度強く要望した結果、オフィスの提供につき、承諾を得た。また、現在進行中であるNALS
フェーズ2の橋梁調査が6月ごろに終了するので、そのオフィスを本格調査団に提供したい
とのことであった。

第2章 マレーシア国の概要

2-1 社会・経済状況

(1) 政治制度

マレーシア国はマレー半島南部の11州と、ボルネオ島北西部のサバ、サラワク両州の2州及びクアラルンプール特別連邦区から成る。

元首は国王であり、その下に立法・行政・司法の3権分立機構がある立憲君主制の連邦国家である。国王は任期5年で、九つの州のサルタン（ペナン、マラッカ、サバ、サラワクにはいない）の中からサルタン会議において互選により選出される。

政府は1府22省から成る（図2-2参照）。

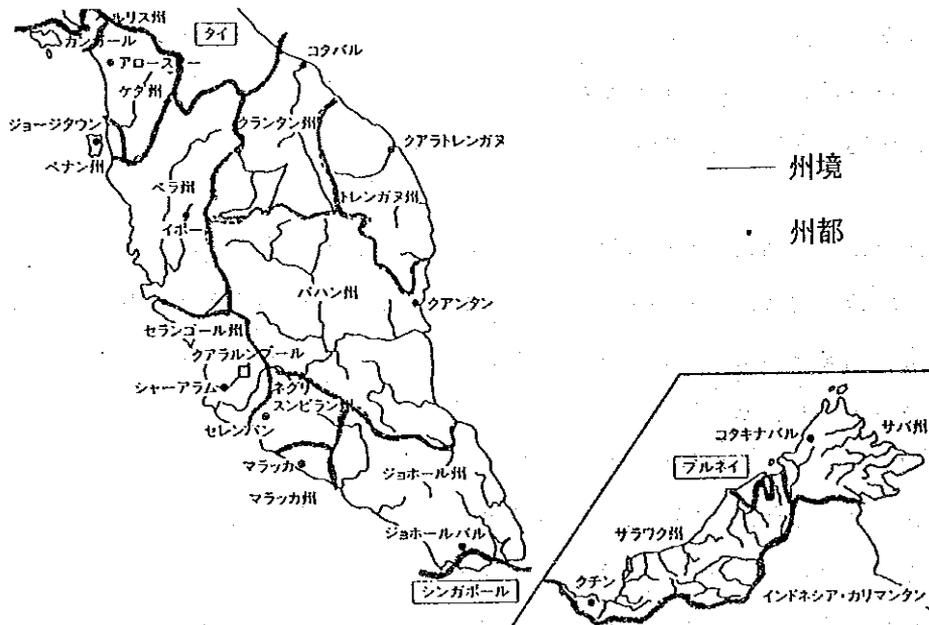


図2-1 マレーシアの行政区分

(2) 国土・気候

総面積約33万km²で、日本の9割程度の広さである。

気候は熱帯モンスーン気候で、平均年間雨量は2,000mm～3,000mmであり、気温は通年平均地で22℃～35℃程度であり、湿度は常時80%程度である。

(3) 略史

マレー半島に土着していたマレー人社会に、16世紀にポルトガル・オランダが覇権を争い、最終的にイギリスの支配下に入り、今世紀半ばに至った。その間、英国人経営のプランター

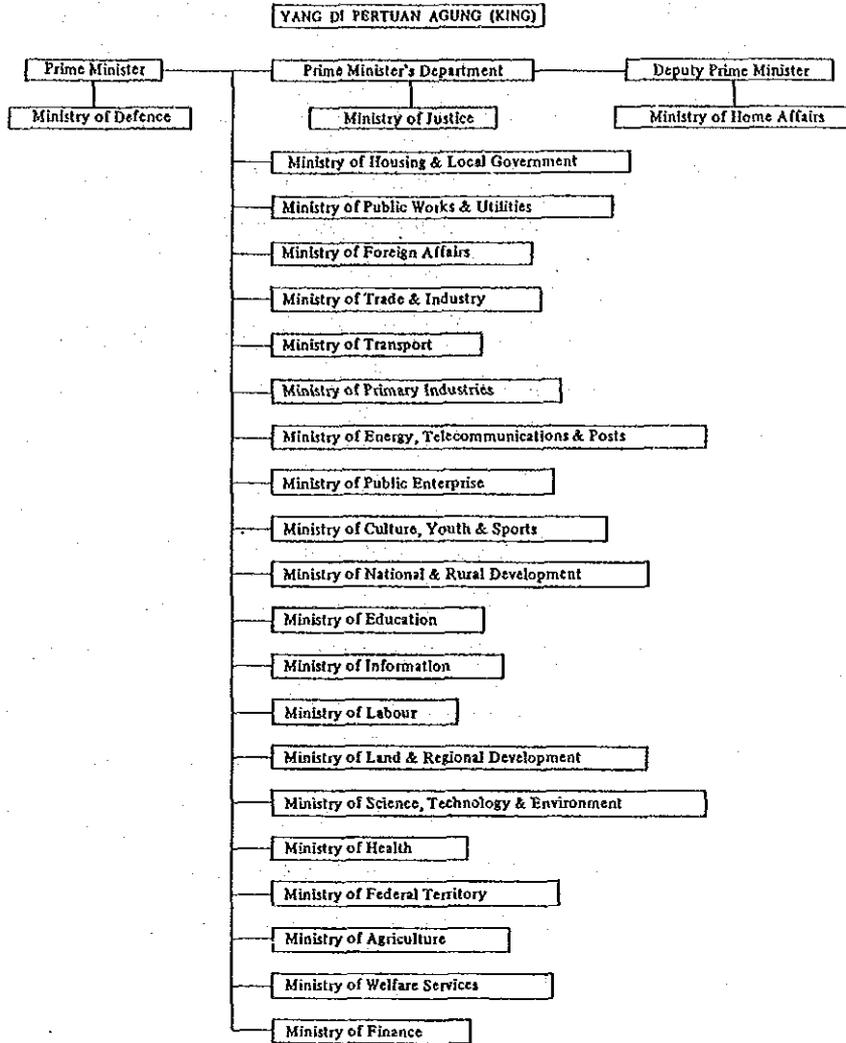


图 2-2 政府行政組織圖

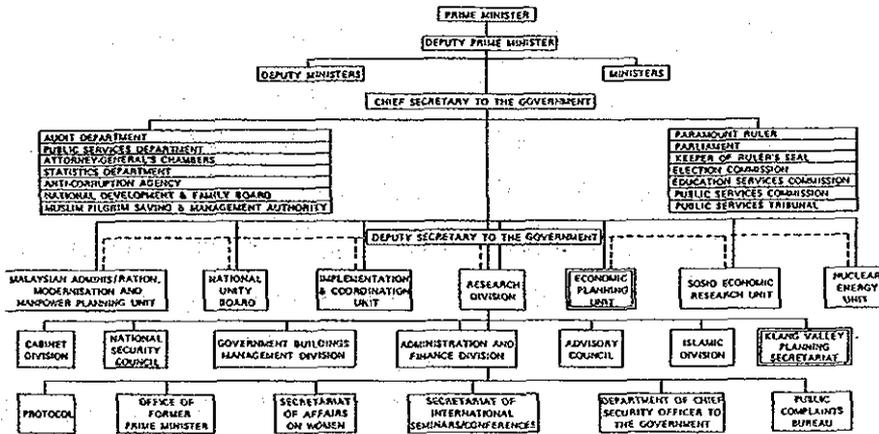


图 2-3 首相府組織圖

ジョン労働者として移民させられてきたインド人と、華僑の進出により、多民族が共存する社会となった。

第2次大戦後の1957年、半島マレーシアの11州がマラヤ連邦として独立し、英連邦の一員となった。1963年、マレーシア連邦構想により、サバ、サラワク、シンガポールを合併してマレーシア連邦が発足したが、1965年にシンガポールが独立し、現在に至る。

(4) 内政の現況

マレーシア連邦の成立以来、経済を掌握してきた中国系と、経済的弱者の立場にあったマレー系との間で、たびたび民族対立が起こってきた。現マハディール政権は、マレー系国民の経済的不満を解消し、その経済上の地位向上を図るため、マレー系優先政策（ブミプトラ政策）を積極的に推進している。

ブミプトラ政策は、国民の民族的経済格差を是正することを目的としているが、中国系には、種々の不満が蓄積されつつある。例えば、マレーシアの人口比率に応じて、企業の職種別就業者数を調整している点や、国費留学生や官庁職員はマレー系を優先させる等の政策は、逆に中国系への差別政策と受け取られかねないようである。

対外的には、近年著しい経済発展を遂げた我が国及び韓国を経済目標とする「ルックイースト政策」を打ち出し、一層の経済発展を目指している。また、ASEAN諸国との友好関係を重視し、イスラム諸国とも協力を目指し、イスラム外相会議のメンバーとなっている。

同時に非同盟中立主義を推進し、米・中・ソとの等距離外交を標榜しているが、社会主義諸国との間では実務的な関係が維持されている。

(5) 経済の現況

マレーシア国は、推定人口1,737万人（1989年）であり、1㎢当りの人口密度は、わずか52人程度である。この人口に対し、原油、天然ガス等のエネルギー資源、錫をはじめとする鉱物資源、森林資源などの豊富な資源、ゴム、パーム油、カカオ等商品作物の大規模プランテーション等が広く開発され、これらの資源及び一次産品が国家の経済成長、国民所得の向上を支えてきた。

経済構造は、独立以来輸出依存型の傾向を示しており、1988年の対GDPの輸出額は63.7%であった。また、輸出総額に占める一次産品比率は、80年代では、輸出の約3分の2に達している。一般的に、一次産品輸出は国際的な状況や需給バランスに左右されやすいため、国際景気循環の変動がマレーシア経済に影響を与えやすい。また、近年成長著しい電子産業等の製造業も、世界的な市況の影響を受けやすい。

このような経済的特徴をもつため、1981～84年のGDP成長率は年約6.7%を記録したが、1985、1986両年は、世界的な経済後退の波を受け、逆にマイナスの成長を示した。

1987年に入ってから一次産品価格が回復、工業製品輸出も増大し、実質GDP成長率は5.2

%と回復し、1988年にはさらに8.7%と好調な伸びを示した。景気回復の要因は輸出の回復、農業生産の上昇のほか、外資流入が急増したことも大きいとされている。

(6) 開発計画

1) 第4次経済開発計画

1981.4～86.3通期のGDP成長率は、目標の年平均6.4%に対し、実績は5.1%となったものの、東南アジア近隣諸国に比べ遜色のない成長であった。第4次計画の成果としては、1人当たり国民所得が途上国の中・上位国に入ったことから「新経済政策」(New Economic Plan: NEP、1971～90年までの20年計画)中の最大目標の一つである「貧困の撲滅」について、ある程度の成果をあげたと言えよう。しかし、毎年の大幅な財政赤字を埋め合わせるための資金の過半を海外資金に依存し、その債務返済額が年々増加しているため、国内開発と国際収支・対外債務返済のバランスに、より大きな配慮を行う必要が生じた。

2) 第5次経済開発計画

1986.4～90.3までを目標期間とする第5次計画は、NEPの仕上げの時期であり、以下の9項目を基本戦略としている。

- ① 民間セクターの役割拡大
- ② 経済の効率的運営
- ③ 国内資金の活用
- ④ 農業セクターの再活性化
- ⑤ 工業開発への刺激
- ⑥ 人的資源開発
- ⑦ 研究開発の促進
- ⑧ 地域計画の改善
- ⑨ 女性の開発役割

これらを基に、第5次計画の経済成長目標は、実質GDP成長率で年平均5%と設定された。金融政策は民間活動、経済成長支援の環境づくりとして、健全な金融構造の確立を目指し、財政政策では、公共部門歳出の抑制、対外借入れの抑制、債務管理の改善に重点を置いている。これらの政策により、全体として経済の民営化、民間活力の拡大を目指した。

表 2 - 1 経済動向主要指標

(金額単位：億リンギ，カッコ内の数字は増加率%)

	1987年	1988年推定	1989年予測
実質経済成長率%GNP	4.8	6.9	7.1
GDP	5.2	7.4	6.5
1人当たり名目GNP(リンギ)	4,558(10.8)	4,815(5.6)	4,950(2.8)
連邦政府財政			
税 収	181	214	227
經常支出	202	213	223
開発支出	41	55	70
合 計	△62	△54	△66
対外債務	△24	△28	—
商品貿易・輸出(FOB)	451(26.4)	544(20.6)	585(7.6)
輸入(CIF)	319(14.4)	429(34.3)	505(17.7)
収 支	132	115	80
貿易総額・輸 出	413(10.0)	477(15.5)	522(9.3)
輸 入	320(8.8)	392(22.6)	428(9.2)
収 支	93	85	94
民間消費支出	271(2.6)	289(7.0)	309(6.6)
公共消費支出	97(1.5)	99(2.6)	100(1.1)
民間固定資本形成	83(4.1)	95(14.7)	104(9.4)
公共固定資本形成	57(△14.6)	66(15.7)	78(18.8)

(出所) マレーシア大蔵省“Economic Report”1988/89年版

表 2 - 2 国際収支

(単位：100万リンギ)

	1985年	1986年	1987年	1988年	1989年
經常収支	△1,522	△207	6,105	3,127	515
商品貿易収支	8,883	8,781	14,830	13,878	11,684
〃輸出(FOB)	37,576	35,373	44,612	53,878	57,955
〃輸入(FOB)	28,693	26,592	29,782	40,000	46,271
サービス収支	△10,391	△9,084	△9,086	△11,088	△11,278
貿易サービス収支計	△1,508	△303	5,744	2,790	406
移転収支	△14	96	361	337	109
長期資本収支	4,229	3,384	△1,060	△696	—
基礎収支	2,707	3,177	5,045	2,431	—
短期資本収支	870	△47	△2,406	839	—
誤 差	△368	1,215	254	△614	—
総合収支	3,209	4,345	2,893	978	—

(注) 1988年は推定、1989年は予測。

表 2 - 3 対外債務推移

(単位：100万リンギ)

	1985年	1986年	1987年
借入れ	11,104	5,823	4,469
連邦政府	7,343	2,893	1,613
NFPE S	2,092	1,669	1,950
民間部門	1,669	1,261	906
返済（繰上げを含む）	8,948	4,690	8,294
連邦政府	6,387	1,545	3,491
NFPE S	1,130	1,407	2,619
民間部門	1,431	1,738	2,184
純借入れ	2,156	1,133	3,825
連邦政府	956	1,348	1,878
NFPE S	962	262	669
民間部門	238	477	1,278
対外債務残高	42,307	50,714	50,752
連邦政府	23,070	28,310	28,537
NFPE S	12,027	14,930	15,926
民間部門	7,210	7,474	6,289
DSR (%)	15.8	18.0	15.2

(注) NFPE S は非金融部門公営企業、1987年数値は暫定値。

表 2 - 4 外貨準備高推移

(単位：100万ドル)

1975年	1980年	1983年	1984年	1985年	1986年	1987年
1,456	4,387	3,784	3,723	4,912	6,027	7,435

表 2 - 5 外国為替相場

〔リンギ〕 / USドル

1983 1984 1985 1986 1987 1988 年

2.32125 2.34365 2.48304 2.58144 2.51964 2.61878

出所：International Financial Statistics, IMF

表2-6 GDPの産業別構成

(1978年価格、単位：100万リンギ、カッコ内は構成比%)

	1981年	1985年	1989年③
農林水産	10,684 (23)	11,914 (21)	14,397 (21)
鉱・採石	4,289 (9)	5,985 (10)	7,264 (10)
製造	9,155 (19)	11,263 (20)	17,438 (25)
建設	2,367 (5)	2,738 (5)	2,161 (3)
電気・ガス・水道	689 (2)	948 (2)	1,293 (2)
輸送・倉庫・通信	2,847 (6)	3,630 (6)	4,548 (6)
卸・小売・ホテル・外食	5,649 (12)	6,911 (12)	7,456 (11)
金融・保険・不動産等①	3,953 (8)	5,093 (9)	6,133 (9)
政府サービス	5,649 (12)	6,957 (12)	8,159 (12)
その他のサービス②	1,065 (2)	1,300 (2)	1,485 (2)
(マイナス)銀行手数料調整	877 (2)	1,834 (3)	2,800 (4)
輸入税	2,087 (4)	2,245 (4)	2,032 (3)
GDP(市場価格)	47,557 (100)	57,150 (100)	69,566 (100)

(注) ①ビジネス・サービスを含む、②社会・個人サービスなど、③予測/目標。

表2-7 主要産品

品目	1984	1985	1986	1987	1988
原油(千バレル)	447	446	503	498	542
パーム油(千トン)	3,715	4,133	4,543	4,532	5,028
天然ゴム(千トン)	1,531	1,409	1,539	1,581	1,611
原木(千m ³)	31,089	30,957	29,868	35,613	36,467
錫(千トン)	41	37	29	30	29
LNG(千トン)	3,900	4,500	5,300	5,910	6,200
ココア豆	88	103	130	182	205

表2-8 商品貿易額推移

(単位：100万リソギ)

	1975年	1984年	1985年	1986年	1987年	1988年 (1~7月)
輸出	9,231	38,647	38,017	35,721	45,138	30,519
輸入	8,531	32,926	30,438	27,921	31,934	23,357
貿易収支	700	5,721	7,579	7,800	13,204	7,162
国別貿易						
米国						
輸出	1,489	5,238	4,891	5,939	7,485	5,126
輸入	909	5,361	4,627	5,253	5,983	4,201
英国						
輸出	554	988	979	1,243	1,446	1,088
輸入	852	1,186	1,202	1,268	1,374	1,120
西独						
輸出	1,169	2,754	3,234	2,509	3,111	1,919
輸入	505	1,700	1,704	1,493	1,615	1,124
(E C 計)						
輸出	2,137	5,053	5,504	5,229	6,447	4,299
輸入	1,731	4,482	4,397	4,087	4,278	3,103
オーストラリア						
輸出	179	600	650	735	1,006	745
輸入	665	1,323	1,234	1,184	1,327	976
日本						
輸出	1,337	8,633	9,272	8,053	8,828	5,320
輸入	1,707	8,646	7,006	5,722	6,926	5,349
中国						
輸出	128	387	399	422	703	528
輸入	356	668	621	728	943	633
シンガポール						
輸出	1,874	7,900	7,357	6,091	8,219	5,922
輸入	722	4,282	4,828	4,198	4,718	3,134
(A S E A N 計)						
輸出	2,234	10,309	9,805	7,878	10,926	7,564
輸入	1,289	6,377	6,823	6,006	6,652	4,469
西アジア						
輸出	165	826	721	571	763	735
輸入	594	1,276	1,209	620	665	376

表2-9 労働指標

[1,000人]	1984	1985	1986	1987	1988
労働人口	5,754	5,917	6,083	—	—
就業者数	5,565	5,625	5,707	5,881	6,083
失業者数	360	449	529	—	—
失業率(%)	6.3	7.6	8.5	8.2	8.1

注：88年は推定値。

出所：Ministry of Finance ; Economic Report

表2-10 物価動向

項目	1984	1985	1986	1987	1988
卸売物価 (1978=100)	131.0	128.2	120.3	124.7	133.9
消費者物価 (1980=100)	125.1	125.5	125.8	126.8	130.0

2-2 対マレーシア援助の実績

(1) オーストラリア

オーストラリアのマレーシアに対するODA（ネット）は、1986年には我が国を抜いて第1位となっている。ODAの質を示す贈与比率については、100%で安定している。

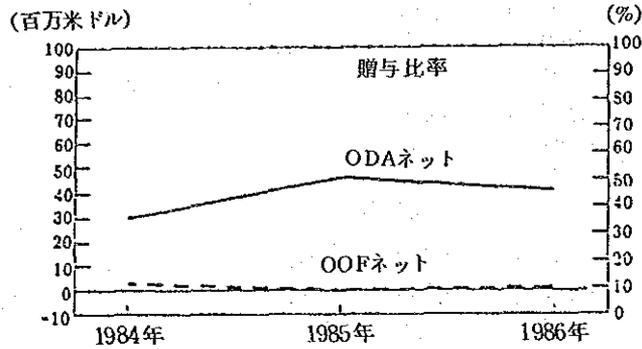


図2-4 オーストラリアの対マレーシア ODA 及び OOF

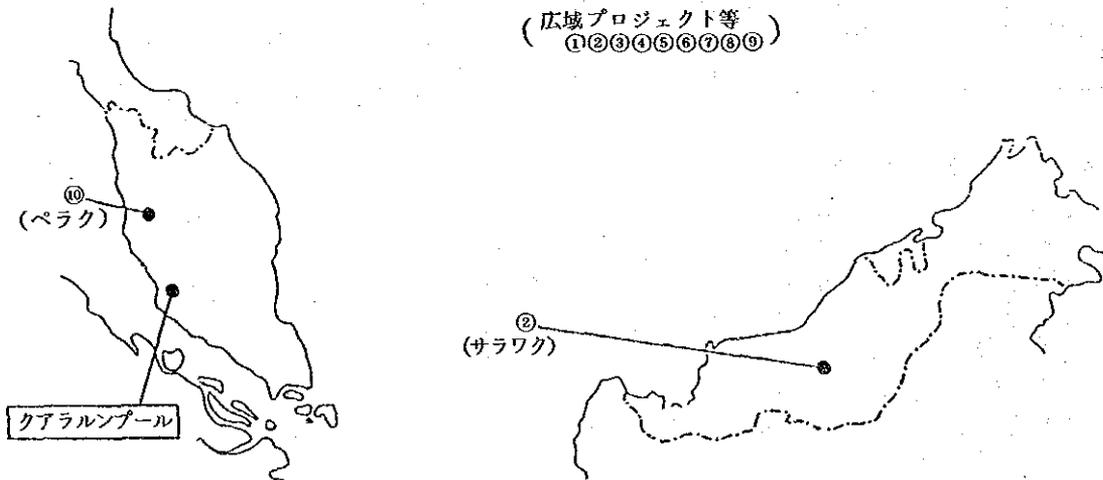


図2-5 オーストラリアの主要プロジェクト位置図

表2-11 オーストラリアの対マレーシア主要援助プロジェクト

番号	プロジェクト名・概要	サイト	期 間	供与金額 (千米ドル)	備 考
①	Golok River Basin Study, Phase II - Golok 川流域開発調査	—	1985-87	(85) 289 (総)1,659	T
②	Sarawak Bridges, Phase 4 —	Sarawak	—	(85) — (総) 73	G
③	Water Supply Engineering —	—	1982-85	(85) 56 (総) 279	T
④	A S E A N - Food handling bereau - アセアン-オーストラリア経済協力計画 (A A E C P) の一環	—	1984-87	(85)1,131 (総) n/a	G
⑤	S C I A R : Programmes and Projects —	—	1985	(85) 192 (総) 192	T
⑥	Pergau Hydro Feasibility Study —	—	1985-87	(85) 23 (総)1,689	T
⑦	Nuclear Energy Unit —	—	1985-87	(85) 400 (総) 600	T
⑧	Secondary Students Overseas Subsidies-Malaysia —	—	on-going	(85) 564 (総) 564	T
⑨	Training in Australia- training - オーストラリアでの研修	—	on-going	(85) 421 (総) 421	T (研)
⑩	Telok Intan Hospital - Telok Intan 病院の建設	Perak	1984-85	(85)1,300 (総)	L

注) T : 技術協力 G : 無償資金協力 L : 有償資金協力 — : 記載なし

(2) 西ドイツ

西ドイツによる対マレーシアODA（ネット）は、近年4～9百米ドルで、二国援助の中では2～4位で推移している。ODAの質を示す贈与比率については、ほぼ100%と高い数値で安定している。

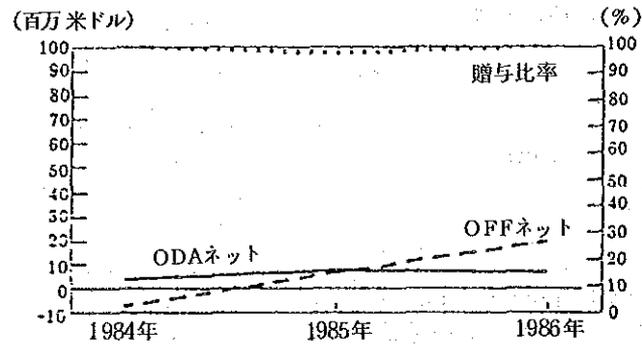


図2-6 西ドイツの対マレーシアODA及びOOF

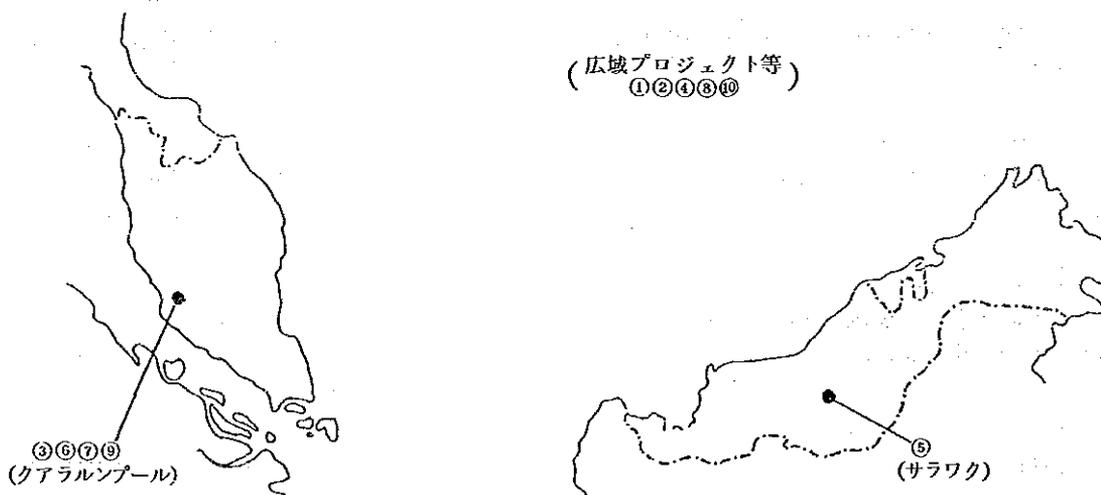


図2-7 西ドイツの主要プロジェクト位置図

表2-12 西ドイツの対マレーシア主要援助プロジェクト

番号	プロジェクト名・概要	サイト	期間	供与金額 (千米ドル)	備考
①	German Development Services -	-	on-going	(85) 16 (総)10,628	T
②	Foundation of the Political parties -	-	on-going	(85) 693.8 (総)7,117.2	T
③	Expert pool and Study Funds -	Kuala Lumpur	1979- on-going	(85) 1,000 (総) 2,862	T
④	German Enterprises in Malaysia -民間合弁産業への融資	-	-	(85) - (総) 931	L
⑤	Feasibility Studies for a Hydroelectrical Project in Sarawak -	Sarawak	1978- 1987/88	(85) 369 (総) 7,750	T (専)
⑥	Cooperation with the Standard and Industrial Research Institute of Malaysia(SIRIM) -	Kuala Lumpur	1984-88	(85)1,805.5 (総)1,805.5	T
⑦	Entrepreneur Development Programme -	Kuala Lumpur	1985-87	(85) 375.9 (総) 375.9	T (専)
⑧	Projects of Churches -	-	on-going	(85) - (総) 3,491	T
⑨	Training Programme for Members of the National Productivity Centre(NPC) -	Kuala Lumpur	1980-86	(85) - (総) 3,224	T (専)
⑩	Centre for International Migration and Development -	-	on-going	(85) 625.5 (総)1,391.4	T

注) T : 技術協力 G : 無償資金協力 L : 有償資金協力 - : 記載なし

(3) フランス

フランスのマレーシアに対するODA（ネット）は、1983年以降急増し、15～17百万ドル程度で推移してきた。1986年には減少して6.9百万米ドルであったが、第3位の援助供与国の立場を維持している。ODAの質を示す贈与比率についてみると10%程度と低かったものが、援助額が減少した1986年には26%に増加した。

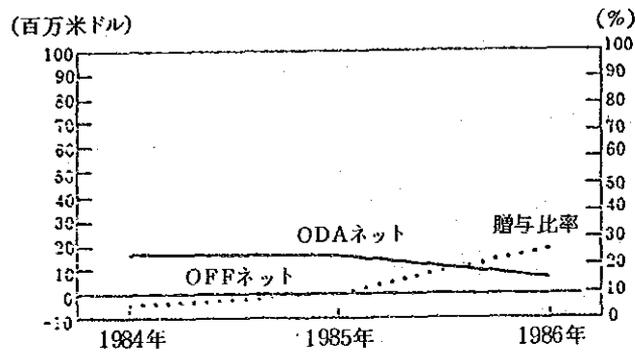


図2-8 フランスの対マレーシア OAD 及び OOF

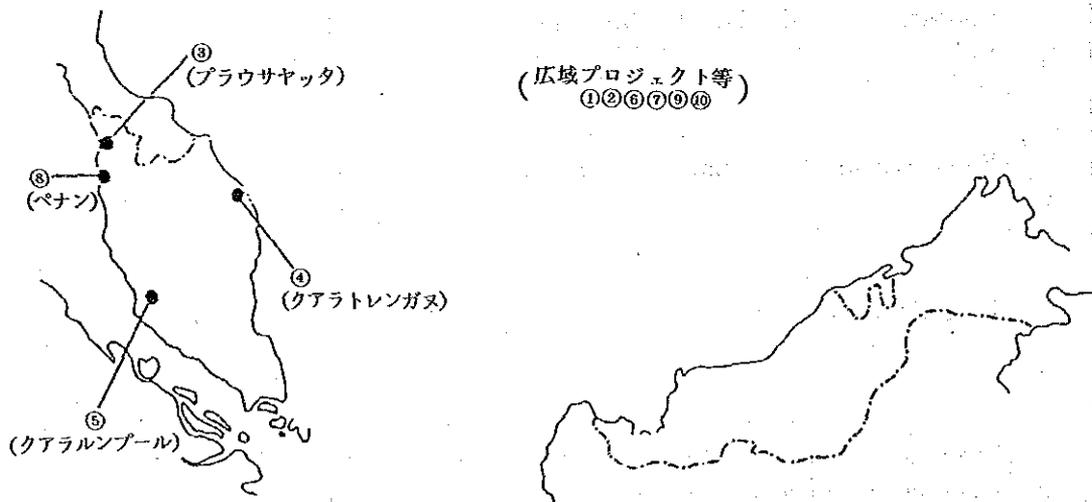


図2-9 フランスの主要プロジェクト位置図

表2-13 フランスの対マレーシア主要援助プロジェクト

番号	プロジェクト・概要	サイト	期 間	供与金額 (千米ドル)	備 考
①	Computerization of Public Administration, INTAN - 国立コンピュータ研究所の設置協力	-	1983-86	(85) n/a (総) n/a	T
②	Building - マレーシア建築研究所の設置	-	1985	(85) n/a (総) n/a	T
③	Aquaculture - Pulau Sayak ふ化場の援助	Pulau Sayak	1984	(85) n/a (総) n/a	T
④	Environment (マレーシア農科) - Pertanian Malaysia 大学に対する水資源管理 沿岸管理の研究支援	Trengga nu	1984- on-going	(85) n/a (総) n/a	T
⑤	Computer Science (University of Malaysia)	Kuala Lumpur	1980- on-going	(85) n/a (総) n/a	T (専)
⑥	Educational Television - 教育用テレビの設置	-	1983- on-going	(85) n/a (総) n/a	T
⑦	Radio-Television - アジア太平洋開発研究所への支援	-	1985- on-going	(85) n/a (総) n/a	T
⑧	Computer-Aided Transition (Universiti' Sains Penang) - コンピュータを使ったフランス語からマレイ 語への翻訳プログラムの開発	Pinang	1985- on-going	(85) n/a (総) n/a	T
⑨	Remote Sensing-Ministry of Science - 国立リモートセンシングセンターの設立	-	1984- on-going	(85) n/a (総) n/a	T
⑩	Co-operatioin with the Institute for Medical Research	-	on-going	(85) n/a (総) n/a	T

注) T: 技術協力 G: 無償資金協力 L: 有償資金協力 -: 記載なし

(4) 日 本

1) ODA 総論

我が国のマレーシアに対する経済技術協力関係は、マレーシアにとって第1位の援助国として推移している。援助の形態をみると、他の国が贈与中心に行っているのに対して、我が国は借款が中心で贈与比率は20～30％程度となっている。我が国による借款の金額はODA全体の中でも高い比重を占め、その動向がマレーシアODA受取額の動向に大きく反映している。

我が国の二国間ODA総額に占める対マレーシアODAのシェアは、1984年には第2位であったが、1985年には第6位、1986年には上位10位から外れている。

2) 無償資金協力

マレーシアに対する我が国の無償資金協力は、1976年度に6億円をもって始まり、1982、83年度には20億円を越す援助が行われたが、その後年間の援助額は低下し、1986年度には年間9億3,500万円、1988年までの累計の援助実績は86億9,600万円となっている。内容をみると、人的資源分野に対する援助がほとんどとなっている。

3) 技術協力

マレーシアに対する技術協力（JICAベース）の実績は、1988年度（昭和63年度）までの累計で、研修員受入れ4,560人、専門家派遣778人、プロジェクト方式技術協力16件となっている。協力の対象分野は鉱工業、エネルギー分野、公共公益事業分野、農学分野、人的資源分野など多岐にわたっている。

4) 有償資金協力

マレーシアに対する有償資金協力は1966年度に第1次円借款180億円が供与されて以来、11次にわたる円借款とASEAN尿素肥料工場に対する別枠の借款が行われ、1988年度までの累計で4,067億円の供与がなされた。対象分野としては、公共公益事業分野、鉱工業・エネルギー分野が中心となっている。

表2-14 我が国のマレーシアに対する経済技術協力実績

	～昭和60年度（累計）	昭和61年度	昭和62年度
I. 政府開発援助 (a) (ODA) ・技術協力 (JICAベース)			
- 経費	25,679 百万円	4,419 百万円	4,109 百万円
- 研修員受入れ	3,037 人	528 人	315 人
- 専門家派遣	493 人	128 人	156 人
- 単独機材供与	349 百万円	83 百万円	94 百万円
- 青年海外協力隊	620 人	139 人	137 人 (うち継続 93 人)
- 開発調査	51 件	10 件	10 件 (うち継続 5 件)
- 海外開発計画調査	15 件	6 件	6 件
- プロジェクト方式 技術協力	8 件	6 件	8 件 (うち継続 6 件)
・無償資金協力	6,923 百万円	935 百万円 (3 件)	457 百万円 (2 件)
・有償資金協力	315,397 百万円	12,574 百万円 (6 件)	— 百万円 (— 件)
II 対外直接投資 (b) (非ODA)	1,125 百万米ドル (939 件)	158 百万米ドル (70 件)	

(出典) (a): JICA資料

(b): 財政統計金融月報 1987年12月、大蔵省

(注) 有償資金協力は交換公文ベース、無償資金協力は予算年度ベース、対外直接投資は届出ベースである。

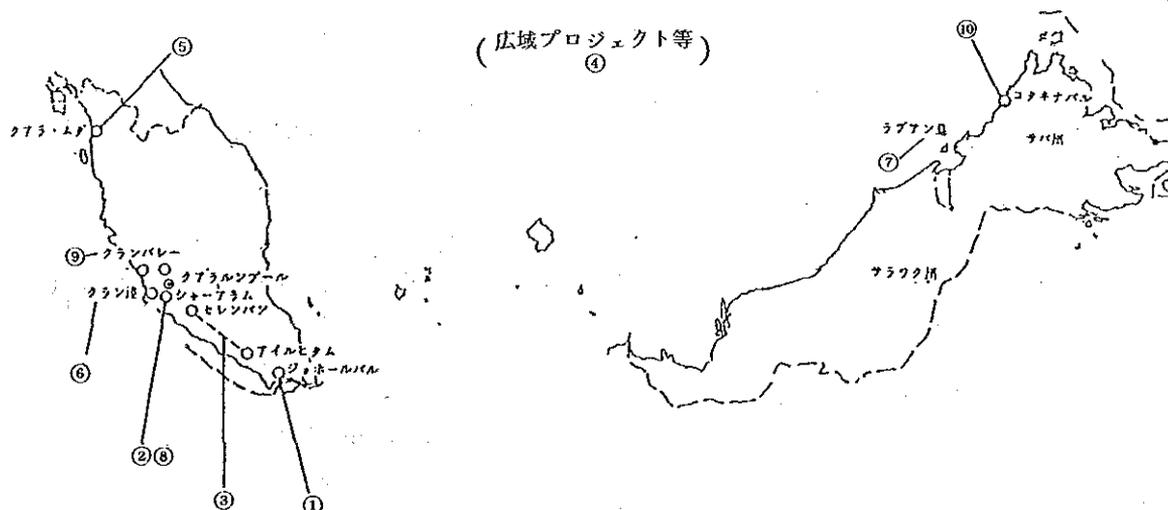


図2-10 日本の対マレーシア主要プロジェクト位置図

表2-15 日本の対マレーシア主要援助プロジェクト

番号	プロジェクト名・概要	サイト	期 間	供与金額 (千USドル)	備考
①	南ジョホール地域水資源開発計画 - 水供給計画、洪水防御計画、水質汚濁防止対策等総合的水資源開発。	South Johor	1983~85	295	T
②	国立電算機研修所 - 情報関連分野の発展を図るため、コンピュータ関連職員の養成を行う。	Shar Alam	1985~90	368	T
③	セレンバン~アイルヒタム有料高速道路 - 現有国道の混雑を緩和し、将来の道路需要増に対処するための有料高速道路建設。		1983~85	5,200	L
④	電気式ディーゼル機関車購入計画 - 鉄道部門の輸送力増強の一環として、考朽化した機関車を代替し、安定した鉄道輸送を確保するもの。		1985~86	6,920	L
⑤	国立エビ種苗生産研究センター設立計画 - エビ種苗の大量生産技術に関する試験、研究、訓練のための施設建設。	Kuala Muda	1985~87	1,298	G
⑥	ポートクラン火力発電所計画 - クアラルンプール西方約40kmにあるクラン港の近郊に石炭火力発電所を建設し、増加する電力需要に対応しようとするもの。	Port Klang	1981~84	69,470	L
⑦	サバ・ガス供給網計画 - サバ州の工業開発の一環として、沖合油田から産出されるガスをラブアン島の工業団地に供給するもの。	Rabuan	1983~84	29,890	L
⑧	職業訓練指導員、上級技能訓練センター建設計画 - 職業訓練の技法及び上級技能訓練の普及。	Shar Alam	1982~87	3,800	G
⑨	クランバレー総合交通計画 - 2000年を目標とするクランバレー地区の総合交通計画のM/P。	Klang Valey	1984~86	374	G
⑩	サバ州造林技術開発訓練計画 - 造林技術者及びフィールドワーカーの訓練を行う。	Kota Kinabalu	1987~92	n. a.	G

第 3 章 道路現況と整備計画

3-1 道路及び道路交通の現況

(1) 道路整備状況

1) 道路の行政的区分

マレーシアの道路は①Federal Roads (連邦道路)、②Toll Motorways (有料道路)、③State Roads (州道路)、④Municipal and District Council Roads (市区道路)、⑤Other Minor Roads (その他の道路) の 5 区分となっている。

連邦道路は州間、都市間、主要港湾等を結ぶ道路であり、FELDA (公営農場) 等の地域開発道路も一部含んでいる。建設・維持管理費は連邦予算から支出され、管轄はFederal Public Works Department (現地略称JKR) である。

有料道路は都市間を結ぶ自動車有料道路であり、管轄はMalaysia Highway Authority (現地略称LLM) である。1988年11月から、自動車有料道路の主要区間は民活化され、後もこのような傾向が続くと考えられる。

州道路は州内の経済基盤及び主要連絡道路であり、建設・維持管理費は州または連邦予算から支出され、管轄はState Public Works Department (STATE JKR) である。

市区道路は市区内の道路 (土地開発用道路を含む) であり、建設・維持管理費は市区及び連邦政府の補助金でまかなわれ、管轄はMunicipal and District Office である。

その他の道路として、村道等があり、建設・維持管理費は市区予算、管轄はMunicipal and District Office である。

2) 道路現況

マレーシアの道路は、全般に東南アジア地域で比較的良好である。ほとんどの都市、商業地域、工業地域では通行する人にとっても商業車にとっても、必要な道路網が整備されつつあるが、維持管理は十分とは言えない。

マレーシアの主要道路である連邦道路、州道路、有料道路の総延長は 40,296 km であり、その各州別内訳を表 3-2 に示す。

表 3-1 道路区分別道路延長一覧

道路区分	舗装道路	未舗装道路	計
連邦道路	10,533 km (81%)	2,435 km (19%)	12,988 km
州道路	22,966 km (85%)	4,034 km (15%)	26,998 km
有料道路	310 km (100%)	—	310 km
計	33,809 km (84%)	6,459 km (16%)	40,296 km

表 3 - 2 州別・種類別・鋪裝型式別道路延長 (1987 年)

STATE (州)	FEDERAL ROAD(連邦道路) (km)			STATE ROAD (州道路) (km)			TOLL MOTORWAY (有料道路) (km)			
	UNPAVED	PAVED	TOTAL	UNPAVED	PAVED	TOTAL	COMPLETED	UNDER CONSTRUCTION	TO BE CONSTRUCTED	TOTAL
	538	1,478	2,016	273	2,202	2,475	33	—	143	176
—	153	153	—	932	932	49	—	—	49	
541	799	1,340	157	902	1,059	67	—	—	67	
—	626	626	729	2,111	2,840	23	16	100	139	
167	1,129	1,296	1,229	2,061	2,290	54	—	171	225	
—	129	129	139	865	1,004	—	—	50	50	
90	418	508	890	1,990	2,880	84	17	15	116	
42	103	145	14	392	406	—	—	—	—	
878	2,046	2,924	522	1,104	1,626	—	—	—	—	
115	685	800	212	1,254	1,466	—	—	—	—	
44	551	595	448	807	1,255	—	—	—	—	
—	1,063	1,063	359	5,412	5,771	—	—	—	—	
—	1,277	1,277	62	2,932	2,994	—	—	—	—	
20	96	116	—	—	—	—	—	—	—	
JUMLAH (計)	2,435	10,533	12,988	4,034	22,964	26,998	310	33	479	822

Source : MALAYSIAN ROADS, General Information 1989, Public Works Department

連邦道路、州道路の舗装率は84%と高く、半島マレーシアの場合は道路網は整備されているが、維持管理は十分とは言えない。

サバ、サラワク両州は半島マレーシアに比べて道路整備の歴史が新しく、未整備の区間も多い。

図3-1に連邦道路、州道路延長の伸びを示す。図中、途中における道路延長の伸びの著しさは、既存道路を連邦道路、州道路へと格上げして整備を続けてきたためと考えられる。

(2) 主要道路網

主要幹線道路は連邦道路のマレー半島縦貫道路である1号、2号、横断道路である3号及び4号である。

1) 連邦道路1号

北部マレーシアとタイ国境のブキットカユヒタンから西海岸沿いに南部のジョホールバルに至る全長912kmの道路でアジア・ハイウェイ網の中のA-2号に該当する。既に整備が完了している主なものとしては、クアラルンプールからベタンカリまでの道路の改良（登山道、全長40kmに及ぶ道路の再統合を含む）、ジョホールバルとセナイ間の片道2車線上下4車線道路への改良（延長26km）等がある。

2) 連邦道路2号

西海岸のクラン港（Port Kelang）から東海岸のクアンタンに至る315kmをカバーするマレー半島横断道路である。このルートでは大改良が進められ、クランとクラン港間の道路は、片道2車線の分離道路に拡張された。北クラン海峡バイパスと呼ばれる新設道路が建設され、クラン市をバイパスして連邦道路2号と新港がつながり、またジャラン・バラットから空港/スバン・ジャヤインターチェンジまでの7kmの改修が完成し、4カ所のインターチェンジのある片道3車線の分離道路となっている。大きな改修としては、他にテメルロー市とメタンカブ市の両市のバイパス（延長20km）が完成している。

また、クアラルンプールとカラ間（延長67km）は有料道路として整備されている。

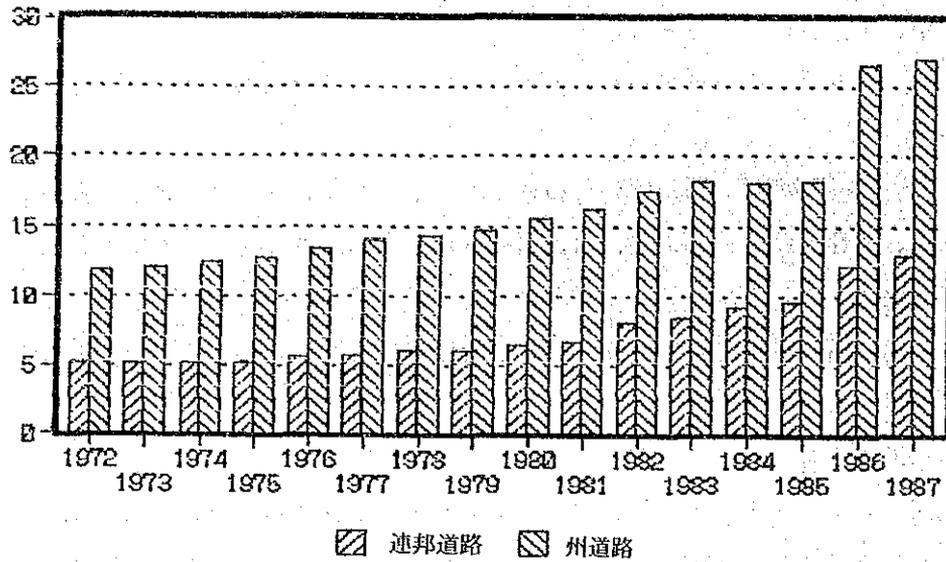
3) 連邦道路3号

ジョホールバルを起点としクアンタンを通り、クタバルに至る755kmのマレー半島東海岸縦貫道路であり、アジア・ハイウェイ網の中のA-18号に該当する。クアンタンーガンバン間の14kmの道路から連邦道路2号へ抜けるバイパスは、クアンタンの北約22kmのタンジョンゲランで新港とつながっており、これは既に完成している。

4) 連邦道路4号

半島マレーシアの西海岸と東海岸を結ぶタイ国境沿いの未開の土地を横断する全長115kmに及ぶ新設道路で、東海岸の開発を主な目的として建設された。道路が開通したのは1982年7月であり、道路建設の際に五つの長大橋も架設された。また、この新設道路につ

単位・千



年	連邦道路(KM)	州道路(KM)
1972	5,154	11,878
1973	5,143	12,111
1974	5,154	12,448
1975	5,252	12,710
1976	5,549	13,414
1977	5,656	14,004
1978	5,926	14,244
1979	6,027	14,661
1980	6,377	15,538
1981	6,650	16,130
1982	8,106	17,436
1983	8,400	18,154
1984	9,177	18,056
1985	9,531	18,130
1986	12,164	26,517
1987	12,988	26,998

図3-1 連邦道路及び州道路延長の伸び

ながる東海岸側の道路改良も完成し、西海岸のサポート道路である連邦道路76号は現在改良中である。

5) 南北高速道路

マレーシアの西海岸沿いを連邦道路1号と並行に走る全長777kmの高速道路(有料)である。現在、約302kmが供用中であり、残りは建設中であり、第6次計画中には全区間完成する予定である。なお、最近の建設には民活が検討されている。

供用区間は以下のとおりである。

- ・ Bukit Kayu Hitam - Gurun間 (L = 80.5 km)
- ・ Changkit Jering - Ipoh Utara間 (L = 50 km)
- ・ Kuala Lumpur - Pagoh間 (L = 172 km)

(3) 道路交通量

マレーシアにおける自動車の総登録台数(自動二輪車を含む)は、表3-2に示すように、1980年の約260万台から1987年には460万台に達し、この8年間に1.8倍(年率8%)に増加している。同表から車種別の構成をみると、オートバイが57%と過半数を占めていて、際立った特徴となっている。1987年の自動車登録台数の内訳は、乗用車が148万台、オートバイが261万台、タクシー等が3万台、バス2万台、トラック及びバン32万台、その他の車輛が14万台となっている。図3-2は車種別の伸び率をグラフ化したものである。また、乗用車保有率は89.2台/1,000人(1987年)となっている。

道路交通量については、道路計画局(Highway Planning Unit: HPU)が1967年以降継続的に交通量調査を実施しており、1988年の観測地点数は477カ所で、連邦道路8,500km、州道路2,500kmとほぼマレーシア全域をカバーしている。交通量調査はOD調査を含んでいるが、OD調査の内容は整備されたものとはなっていない。なお、交通量調査(オートバイ)を含んだものとなっている。

交通量調査に関する報告書としては、下記の2点が毎年作成されている。

- ・ 「TRAFFIC VOLUME MALAYSIA」, Highway Planning Unit (HPU)
- ・ 「TRANSPORT STATISTIC MALAYSIA」, Ministry of Transport

マレーシアの幹線道路の中で年平均日交通量の多い路線は半島マレーシアの西海岸を南北に縦断する連邦道路1号と、クラン港からクアラルンプールを通過し、半島を横断して東海岸のクアンタンへ結ぶ連邦道路2号である。それに続くものとしては東海岸縦貫連邦道路3号、ペナンからタイ国境沿 岸のコタバルへと連結する連邦道路4号がある(図3-3参照)。

(4) 連邦道路事業費

各5カ年計画における連邦道路開発予算支出は下表のとおりである。また、図3-4は

1976～1987年の開発支出を示す。1984年以降開発予算が大きく減少しているのは1985～1986年の景気後退及び主要プロジェクトが民活化によって実施された結果と考えられる。

表3-3 開発予算支出

単位：百万M\$

区 分	期 間	開発予算支出
第1次 5カ年計画	1966～1970	137.9
第2次 5カ年計画	1971～1975	399.8
第3次 5カ年計画	1976～1980	981.8
第4次 5カ年計画	1980～1985	1,366.0
第5次 5カ年計画	1986～1990	523.0

3-2 道路整備計画

国家経済開発5カ年計画に従って道路整備計画が策定され、現在第5次道路整備計画（1986～1990年）の実施中である。

(1) 第5次道路整備計画

第5次道路整備計画は、1985年の一次産品価格の急落、輸出の減退等厳しい経済環境の中で策定されたため、公共事業費にはマイナスシーリング政策が導入され、予算も当初計画から36%カットされた。また、高速道路、港湾、上水等への積極的な民活化の促進が奨励された。

第5次計画の重要政策として、進行中のプロジェクトの完成、既存道路の改良、幹線道路網及び付帯施設についての包括的・集中的維持計画が取り上げられた。

国内幹線道路の拡張・改良により、陸上輸送システムの改善を行い、運送費用と時間を減じ、生産性を高めるために、都市間有料道路の未完成部分の工事を継続する。また、今後の道路開発政策、戦略形式の基礎をつくるため、道路整備マスタープランを策定し、道路施設に対する将来計画を検討する。

第5次計画はまた現在の州間運輸網の改善のため、地方道路の建設・改良に優先度を与えている。地方道路計画は新規取付道路の建設、既存土道・砂利道の改良、現在の村道をアスファルト舗装基準に引き上げる計画を続行するとなっている。

(2) 第5次道路整備計画の中間見直し（1989年6月）

GDPの成長率が1987年5.2%、1988年は8.7%、そして1989年は8.5%と景気が急回復し国内経済の好調を背景に第5次道路整備計画予算のシーリングの見直しが行われた。

中間見直しではGDP成長率を年7%と予測し、当初計画に予算の追加をするとともに、一層の民活化の方向を指向している。

表3-4 車輛登録台数

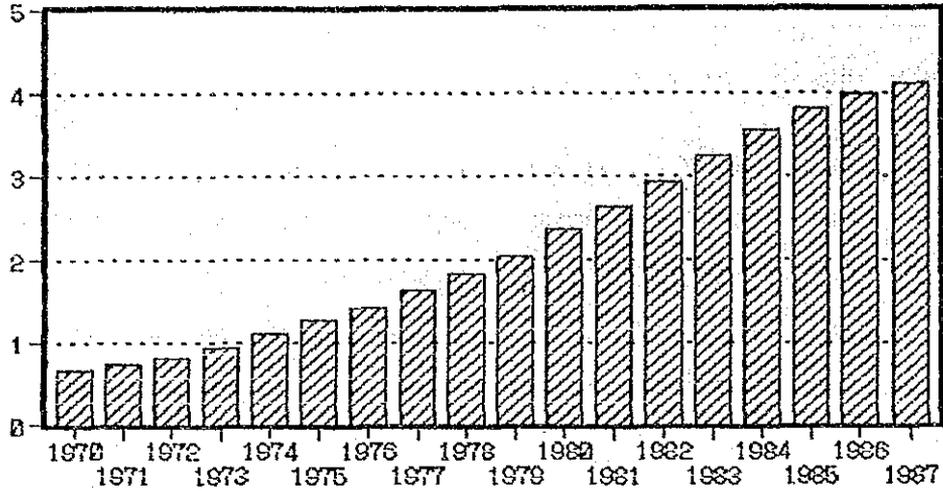
単位：台

区 域	年	乗用車	オートバイ	タクシー等	バス	トラック 及びバン	その他 車輛注)	計
全 国	1980	843,277	1,449,227	18,756	14,970	189,865	86,047	2,602,142
	1984	1,265,904	2,236,283	26,134	19,002	267,293	132,869	3,947,485
	1985	1,356,731	2,410,419	27,261	20,203	290,900	138,098	4,243,612
	1986	1,425,608	2,534,346	27,953	21,367	308,720	142,634	4,460,628
	1987	1,475,760	2,611,584	28,448	22,134	316,846	136,770	4,591,472
半 島 マレーシア	1980	714,742	1,391,899	14,347	3,079	154,533	68,786	2,357,386
	1984	1,075,328	2,132,791	21,168	6,944	212,628	106,668	3,565,527
	1985	1,151,979	2,289,669	21,989	17,841	232,624	111,393	3,825,495
	1986	1,206,000	2,396,679	22,381	18,703	246,828	114,581	4,005,172
	1987	1,246,186	2,461,428	22,836	19,158	251,675	115,244	4,116,527
サ バ	1980	78,873	7,386	3,522	1,353	27,556	10,788	129,478
	1984	1,105,217	14,661	3,654	1,289	43,367	15,180	183,368
	1985	1,111,110	17,649	3,706	1,535	45,863	15,948	195,811
	1986	1,115,549	19,468	3,720	1,702	47,449	16,381	204,269
	1987	1,118,916	20,778	3,730	1,947	49,709	16,864	211,944
サ ラ ワ ク	1980	49,662	49,942	887	538	7,776	6,473	115,278
	1984	85,359	88,831	1,312	769	11,298	11,021	198,590
	1985	93,642	103,101	1,566	827	12,413	10,757	222,306
	1986	104,059	118,199	1,852	962	14,443	11,672	251,187
	1987	110,658	129,378	1,882	1,029	15,462	4,592	263,001

Source : Road Transport Department, Malaysia

注) 政府所有の車輛、トレーラー、自動車教習所の車輛を含む。

単位・百万



年	車輛登録台数
1970	669,294
1971	739,165
1972	818,657
1973	939,951
1974	1,100,280
1975	1,267,119
1976	1,429,845
1977	1,621,001
1978	1,828,820
1979	2,025,338
1980	2,357,385
1981	2,631,948
1982	2,930,101
1983	3,253,233
1984	3,565,527
1985	3,825,492
1986	3,983,996
1987	4,116,527

図3-2 車輛総登録台数の推移

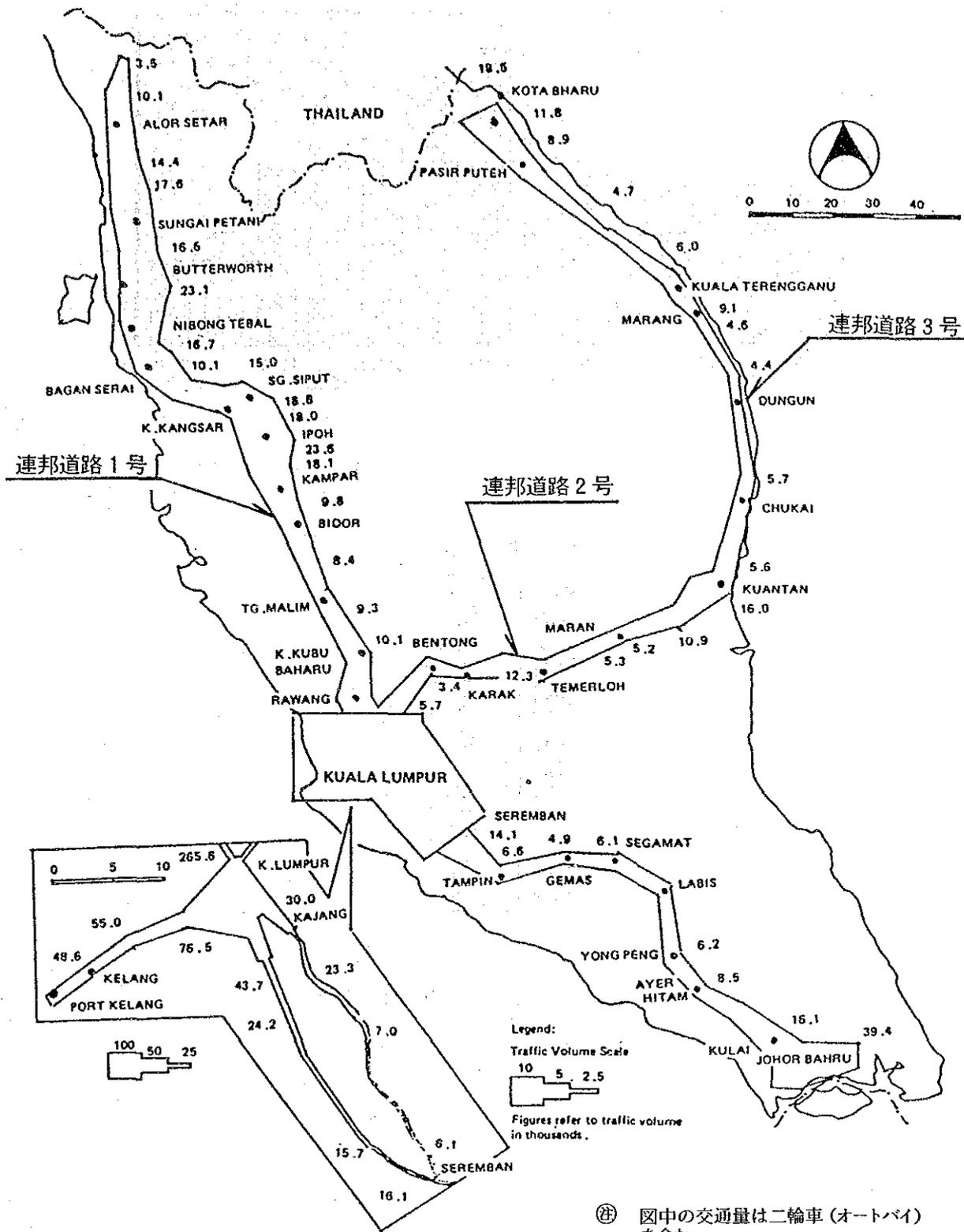
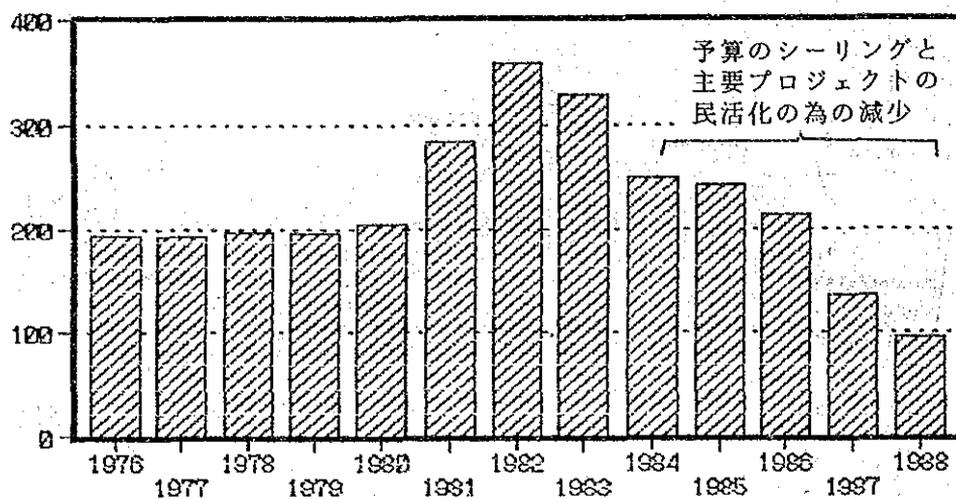


図3-3 半島マレーシアの主要道日平均交通量(1984年)



年	開発支出 (百万円)
1976	193
1977	192
1978	196
1979	195
1980	203
1981	283
1982	357
1983	327
1984	250
1985	242
1986	213
1987	136
1988	96

図3-4 連邦道路開発支出の推移

(3) 第6次道路調整計画

第6次道路整備計画（1991～1995年）は現在各関係部門で計画を策定中であるが、道路関係では下記の点が重点事項となっている模様である。

1) 連邦道路網の整備

維持管理の強化（舗装のリサイクル、軟弱地盤対策、排水対策）、第5次計画の第1次改築に続く第2次改築（線形改良、交通安全対策、都市部混雑区間対策）、軸重制限緩和による経済刺激政策（現行9トン→最終目標12トン）への対応として橋梁の強化を主とする連邦道路の整備を行う。

2) 地方道路の整備

地方部の開発促進の基盤となる地方道路の改築を第5次計画に引き続き行う。この中で新規道路建設としては、中部山岳縦貫道路、第2東西道路等が懸案となっているようである。

3-3 道路の維持管理

(1) 維持管理の目標及び現況

第5次5カ年計画（1986～1990年）における道路整備においては道路予算の制約、大都市を中心とする交通量の増大、車輛の重量化などの問題に対処するための方針の一つとして道路の補修、維持管理の強化があげられた。

道路維持管理の目標及び水準に関して具体的に表示されたものはなく、1980年からその実施を計画した Pavement Management System (BSM)には、利用財源を効果的かつ効率的に利用し道路をある水準以下に悪化させないことを目的とする、と述べられている。

(2) 維持の分類

メンテナンス及び建設に関しては下記の用語が用いられ、メンテナンスは4区分となっている。

Maintenance（維持補修）

- ・ Routine Maintenance（日常維持補修）
- ・ Periodic Maintenance（周期補修）
- ・ Special Maintenance（特別補修）
- ・ Rehabilitation（リハビリテーション）

資料によりメンテナンスの作業項目に差異がみられるが、1例としては次のとおりである。

Routine Maintenance：草刈除草、ポットホール補修、道路付帯構造物維持、橋梁及びカルバート維持

Periodic Maintenance：舗装リサーフェシング、路肩整正、道路区画線マーキング、橋梁の塗装

なお、Rehabilitation は Maintenance の一分類とされている。

(3) 維持予算

公共事業局の1986年と1988年の道路維持管理予算とその内訳を表3-3に示す。橋梁の維持管理予算は道路部門と一緒にっており、十分な予算処置はとられていない。

表3-5 公共事業局の道路維持管理予算

(単位：M\$ 1,000)

項 目	1986年		1988年			
1. 維持 (連邦道路)	18,810	21.9 %	23,521	20.5 %		
2. 維持 (州道路)	6,300		3,740			
3. 維持 (離島道路)	5,300		1,100			
4. 舗装補修 (リサーフェス)	50,240	54.5 %	48,564	45.2 %		
5. 排水工・路肩補修	8,700		7,581			
6. 路肩舗装	7,434		2,180			
7. カルバート・橋梁補修	3,682		2,568			
8. 治安道路維持	300		0			
9. 通信中継道路維持	468		147			
10. 政府官庁内道路維持	1,035		0			
11. 自転車道維持	194		60			
12. 電気料	2,900		1,580			
13. 下記を含む維持補修	13,550		9.9 %		2,698	2.0 %
a) 舗道交差路	(350)				(430)	
b) 植 栽	(28)				(319)	
c) 盛 土	(472)		(1,949)			
14. 主要委託	18,800	13.7 %	44,800	32.3 %		
a) 維持補修委託	(6,500)		(5,000)			
b) 委託継続	(0)		(5,300)			
c) 主要道路	(2,000)		(23,500)			
d) 主要橋梁	(0)		(2,500)			
e) スラリーシール	(6,000)		(3,500)			
f) 路面加熱処理	(4,300)		(5,000)			
計	137,413	100.0 %	138,589	100.0 %		

(4) B S M (Pavement Management System) の概要

イギリス T R R L の舗装維持修理マネジメントシステム B S M のマレーシア版 B S M の計画が進められ、実施段階に至っており、現在その運用の技術協力のためのコンサルタントの入札が行われている。

B S M は利用財源を効果的かつ効率的に利用し、道路をある水準以下に悪化させないことを目的とする。そしてそのために、① 現行の目視点検方法と予算の従属的手法に代えて客観的評価に基づく維持補修計画を整え、現行の予算方式にとって代えること、② 全国統一の維持補修基準を確保すること、を重要な課題としている。

B S M のシステムは下表のように構成されている。

表 3 - 6 B S M のシステム一覧

インプット	プロセス	アウトプット
道路インベントリ	コンピュータ B S M プログラム	早急アクションリスト
路面状態データ		状態経歴データ
補修判定基準		処理経歴
補修工法		補修工事プライオリティリスト
補修工法単価		(全国、州別、地区別、道路別)
維持補修記録		

3 - 4 道路 (橋梁) 行政機関と組織

マレーシアの道路行政は縦理府 (Prime Minister's Department) の経済企画局 (Economic Planning Unit, EPU) で総括されている。

公共事業局 P W D (Public Works Department) は公共の開発プロジェクトの実施とそれらの施設の維持管理を担当し、道路局、建築局、水道局、その他の部門によって構成されている (図 3 - 5 組織図参照)。本調査を担当する橋梁課 (Bridge Unit) は道路局の一部門である。

連邦 P W D の道路部門は連邦道路と F E L D A (公営農場) 等の地域開発に関連する道路の計画、建設及び維持を担当する。また州政府 (州 P W D) のコンサルタントとして機能する。

連邦 P W D の Highway Planning Unit (H P U) は、交通量調査、交通計画及び Feasibility Study を担当し、道路整備の全国的調整機能を果たしている。H P U は、かつては公共事業省大臣の直属機関であったが、1990年1月から P W D の一部門として組織変更がなされている。

高速道路に関しては Malaysian Highway Authority (L L M) が「道路公団設立に関する法

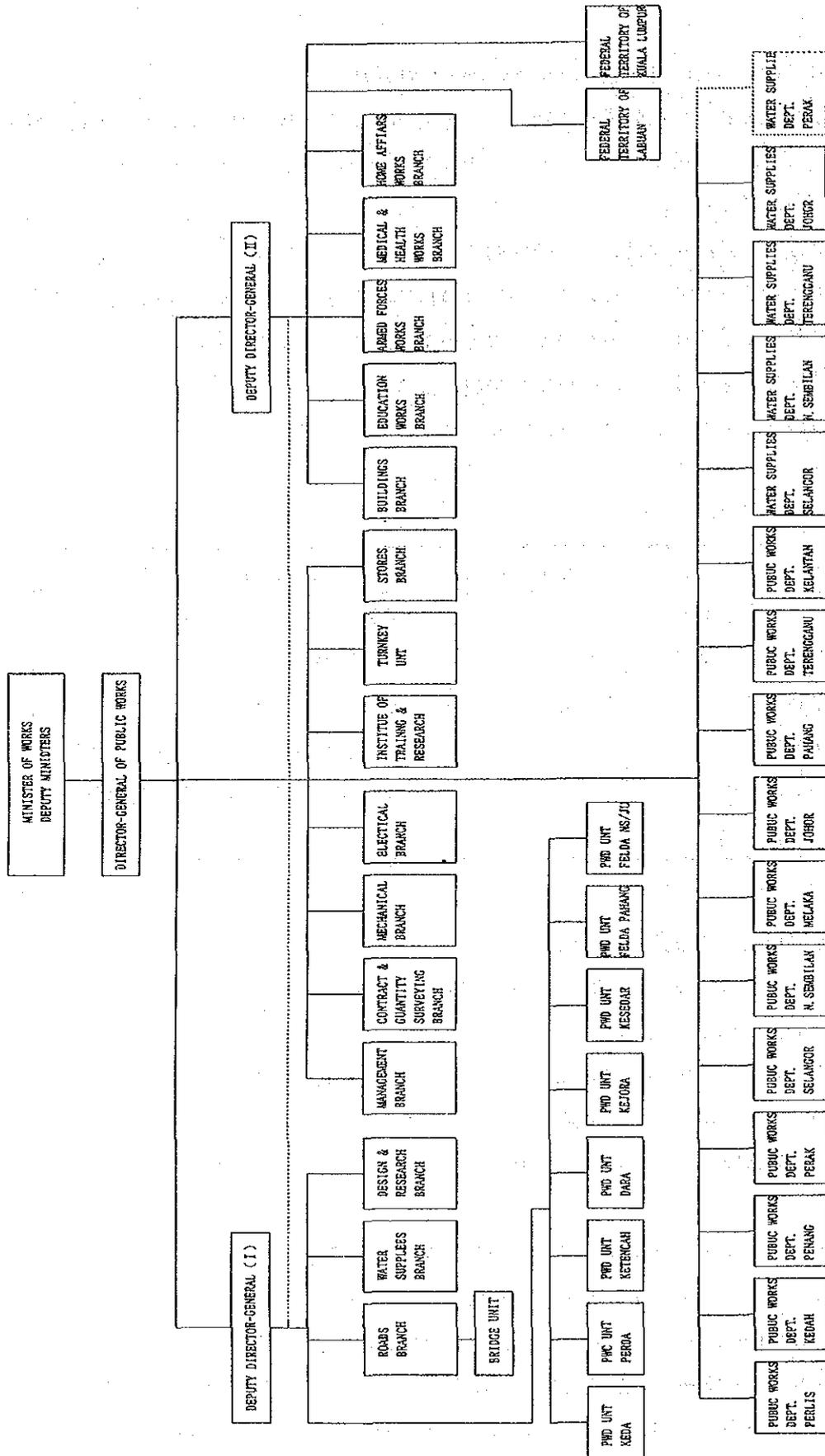


图 3 - 5 公共事業局組織圖 (1989年)

律」に基づいて1980年10月に設立され、計画、建設、維持を担当している。

連邦道路のメンテナンスは特別なプロジェクトを除いて州政府へ委託され、維持管理費は維持管理の道路延長に従って各州に配分される。

ほとんどの州のエンジニアは建設業務に関与することが重要視され、メンテナンス業務は軽視されがちになっている。また、橋梁の維持管理は道路の維持管理の一部と考えられ、実際に橋梁エンジニアが配置されている例は少ない。

連邦P W Dの技術者の数(1989年1月)は土木が1,105人、建築130人、その他398人の計1,633人であり、定足数に対する充足率は89%である。

サバ州及びサラワク州のP W Dは連邦P W Dから比較的独立的な機関となっている。図3-6にサバ州P W Dの組織図を示す。サラワク州P W Dも機構的にはサバ州と類似している。

第4章 橋梁の現況と問題点

4-1 橋梁の現況

今回の調査は、半島マレーシアのほか、ボルネオ島のサバ、サラワク州を対象としてP W Dを中心とするヒアリング、資料収集及び現地踏査を実施した。

そのうち、半島部の連邦道路については、1985年から現在まで全国幹線道路軸重調査、National Axle Load Study (NALS) が実施され、橋梁台帳、健全度評価等がまとめられており、連邦道路の約90%がカバーされている。ただし、州道については、調査が実施されておらず、橋梁数がわからない状況にある。

サバ、サラワク州については、現存している橋梁は概ね1960年以降と言われているが、現地調査が実施されておらず、橋梁数も概略しか把握されていない。なお両州とも既存の仮橋の架替えに力を注いでいる状況である。

(1) 橋梁数

1) 半島マレーシア

1972～74年の KAMPSAX による調査では、4,500橋（連邦道路及び州道）とされているが、その後の道路延長の増加に伴って、かなり増えていると思われる。NALSによれば、連邦道路の橋梁数は約2,500橋である。ただし、このうち3分の1程度はカルバートとして分類される。なお、州の橋梁数はわかっていない。

2) サバ州の橋梁数

調査は実施されておらず正確な橋梁数はわかっていないが、P W Dの管軸下にある橋の総数はヒアリングによると約600橋である。

内訳 Temporary Bridge (木橋)	:] 約 400橋
Semi-Parment Bridge (Bailey 橋)	:	
Parment Bridge (RC、PC、鋼橋)	:	約 200橋

3) サラワク州の橋梁数

調査は実施されておらず正確な橋梁数はわかっていないが、P W Dの管轄下にある橋の総数はヒアリングによると約700橋である。

内訳 Temporary Bridge (木橋)	:] 約 500橋
Semi-Parment Bridge (Bailey 橋)	:	
Parment Bridge (RC、PC、鋼橋)	:	約 200橋

(1) 半島マレーシアの橋梁の現況

1) 連邦道路の橋梁 (Federal Bridge)

NALS Phase 1 (966橋)によれば以下のとおりである。

① 設計年度による分類

1945年以前の架設橋梁は全体の10%弱であり、設計荷重は不明である。1945～74年間の橋梁は全体の70%を占め、設計荷重はHA荷重であり、1974年以降の橋梁数は約20%であり、HA荷重またはHB荷重である。

② 橋梁形式による分類

マレーシア半島部の既存の橋梁はPC橋30%、RC橋20%、鋼橋10%及びカルバート関係が40%である。そのうちPC橋の形式はPC合成I桁橋が60%を占め、残りはPCT桁橋である。RC橋は、床板橋とRC桁橋が約半数ずつである。

鋼橋は1945年以前に施工されたと推定される古い型式のSteel Beam and Buckle Plate橋が多く、ほかに鉋桁橋、箱桁橋、トラス、アーチ形式も存在している。

カルバート関係には、場所打ちの鉄筋コンクリートボックスとプレキャストボックス及びプレキャストコンクリートパイプも含まれている。

③ 橋梁の規模による分類

径間数別では、単純形式が50%弱、2径間及び3径間が40%、それ以上は10%となる。

スパン長はカルバートが含まれていることから、5m以下が50%、5～15mが40%を占めており、それ以上は10%程度で最大スパンは150mである。

2) 州道の橋梁 (State Bridge)

現存している橋梁は概ね1930年以降に架橋されたものであるが、州道の橋梁台帳等は整備されておらず橋梁数もわかっていない。

今回、ヌグリスンピラン州の橋梁の状況踏査を実施したので表4-1に示す。

踏査した7橋の内訳はStandard Buckle Plate橋が4橋、RC床版橋が3橋で、いずれも1920～30年代に施工されており、損傷程度の進んだ橋梁もみられた。

表4-1 州道路橋踏査 (ヌグリスンピラン州)

No	橋梁番号	竣工年	制限荷重 (注)	スパン (m)	幅 (m)	橋梁形式	位置		備考
							ルートNo.	道路名	
1	12/720	1930 (approx)	2/3 MOT	14.6 (2 spans)	6.3	Standard Buckle Plate	N. 38	Seremban- Labu- Nilai 道路	河川橋
2	14/540	—	2/3 MOT	11.80	9.15	Reinforced Concrete (ラーメン橋)	N. 38	同上	河川橋
3	16/590	1930 (approx)	2/3 MOT	7.65	7.0	Standard Buckle Plate	N. 38	同上	河川橋
4	18/320	1930 (approx)	2/3 MOT	7.50	6.90	Reinforced Concrete (RC桁+RC 床版橋)	N. 38	同上	鉄道の オーバー パス
5	19/860	1924	2/3 MOT	10.3	7.0	Standard Buckle Plate	N. 38	同上	河川橋
6	4/700	—	2/3 MOT	13.0	11.0	Reinforced Concrete	N. 28	Batang Benar -Nilai Salak -Tinggi 道路	河川橋
7	10/730	1930 (approx)	2/3 MOT	17.0 (2 spans)	7.0	Standard Buckle Plate	N. 28	同上	河川橋

(注) 18ton (設計荷重) × 2/3=12ton。

3) KL (クアラルンプール) 周辺の橋の現地踏査

KL周辺 (Selangor 州 Klang 地区) において連邦道路 2 号のクラン港付近に位置する NALS においてレーティングが「3」～「4」と判断されている Vantoren 橋と Kota 橋の現地踏査を実施した。

両橋梁とも損傷が激しく現在補修調査設計の入札中である。以下に現地踏査の結果を述べる。

① Vantoren 橋

9 スパン、橋長 360 m、総幅員 9.5 m、車道幅員 7.5 m の単純桁橋である伸縮装置の取付けボルトが破損しており車輛通行時の振動が大きく、車輛走行上安定性が悪い。橋梁の部材の一部が破損しており、安全性に問題があり、早急の補修を必要とする。

② Kota 橋

計 19 スパン、橋長 826 m、渡河部は 3 径間連続トラスのダブルデッキ (上層は車輛通行専用、下層は自転車及び人道)、アプローチ部は鋼プレートガーダー単純桁橋である。トラスの鉛直部材に断面欠損がみられる。

数年前に JICA 専門家の指導により、塗装の塗り替え、橋面排水の改修、伸縮装置の改修等の仮補修を実施した。また、大型車の鋼桁への衝突による縦桁の損傷に対する補修経歴がある。

仮補修後、状態は良好と見受けられたが、現在通行車輛の重量制限 (2 トン) を実施している。

3) サバ州の橋梁の現況

PWD での聞き取り調査によれば、サバ州の橋梁数は、全体で約 600 橋程度あり、400 橋が木橋・Bailey 橋等の仮橋であり、200 橋が RC、PC、鋼橋等の永久橋である。仮橋は永久橋に順次架替え中である。

連邦道路は、近年道路改修が行われたので、比較的新しく (15 年未満) ほとんどが永久橋である。

今回の踏査では、鋼製桁橋が比較的多く見受けられたが、鋼材は輸入材で、現地の工場加工している。なお、橋梁標準設計図を有している。

4) サラワク州の橋梁の現況

PWD での聞き取り調査によれば、サラワク州の橋梁数は全体で 700 橋ほどであり、500 橋が木橋・Bailey 橋等の仮橋であり、約 200 橋が永久橋である。

1963 年以前の橋はほとんど木橋である。

1963～1989 年の 26 年間にわたってオーストラリア政府がコロネプランの中で、継続的に橋に関する無償援助及び技術協力をしてきており、この間に 35 橋が新設された。

また、「MAINTENANCE MANUAL FOR BRIDGES」が1984年に作成され、このマニュアルは、現在オーストラリアのコンサルタントによって改訂作業中である（Draft Finalの段階）。

PCT桁（標準スパン54 ft）及びRC逆U型桁（標準スパン24 ft）の標準タイプがあり、PWD直営で生産されている。

4-2 設計荷重

マレーシアの橋梁の設計荷重は多少の修正を加えながらも常に英国の設計規準に従ってきた。1942年以前に設計された橋の設計荷重に関しては全く不明であるが、ほとんどの設計が英国でなされたので英国の規準に従っていると推測される。

1945年以降「政府通達」によって設計は英国規準（BS 153）に準じて実施するよう規定された。1972年まで英国規準に対して以下の修正がなされた。

- 1) 「Abnormal」な荷重（HB荷重）に対するチェックはなされなかった。
- 2) マイナーな道路橋の設計荷重として2/3 HA荷重が適用された。

1972年以降HB荷重によるチェックと6.1 m以下のスパンの橋のHA荷重（HA荷重、HB荷重に関しては図4-1、図4-2、図4-3参照）のうち、集中荷重に対する低減が適用された。なお、英国規準に対して以下の修正がなされた。

- 1) HB荷重は橋梁のセンターに適用する。
- 2) 英国規準では認められている応力の25%増しは適用されなかった。

1978年に英国で導入されたBS 5400は最近になってマレーシアでも適用された。しかしながらBS 5400のHA等分荷重は30 m以下のスパンに対しては一樣となっているため、マレーシア国の交通荷重の現況を考慮して図4-3のBD21/84（1984）に類似した設計荷重の適用を検討中である。

4-3 橋梁の維持管理の現状と問題点

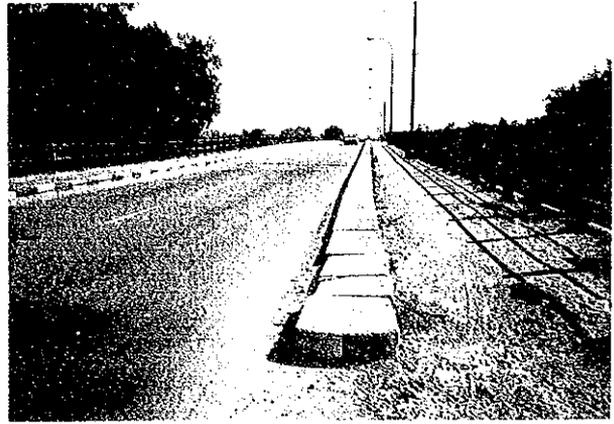
(1) 維持管理

マレーシア国においては、橋梁は半永久構造物という認識をもっていること、また既存橋梁の維持管理より、道路改修に伴う橋梁建設に技術者が目を向けてきた。そのため橋梁の維持修繕のための体系的な指針がなく、建設以来、適切な維持補修がなされないまま、多数の橋梁が老朽化している。

橋梁の維持管理の重要な要素として、点検と補修があるが、現状では、点検については道路の一般維持管理の一環として目視で行われてきているが、定期的な詳細点検は行われていない。



▲連邦道路2号 KOTA橋 (L=826 m)
 (Selangor 州)
 連続トラス橋 + 鋼桁橋
 重量制限実施中 (2 ton)



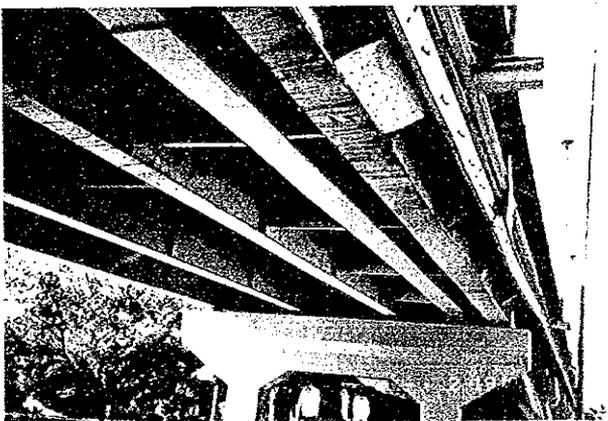
▲連邦道路2号 VANTOREN橋 (L=360m)
 (Selangor 州)
 合成桁橋



▲一同 上ー
 トランス鉛直材の補修
 (断面欠損がみられる)



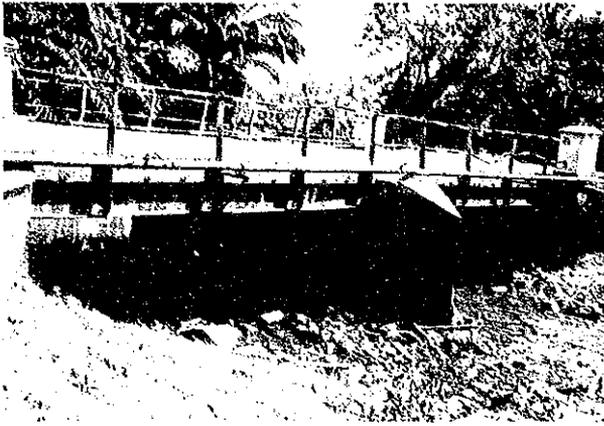
▲一同 上ー
 橋脚杭継ぎ目部の腐食



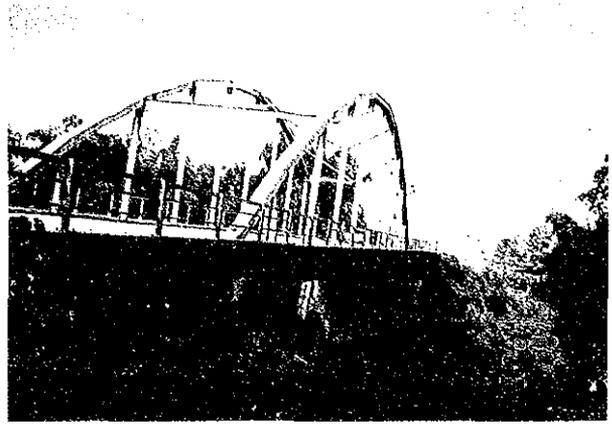
▲一同 上ー
 大型車の衝突による縦桁の損傷に
 対する補修跡 (増桁工法)



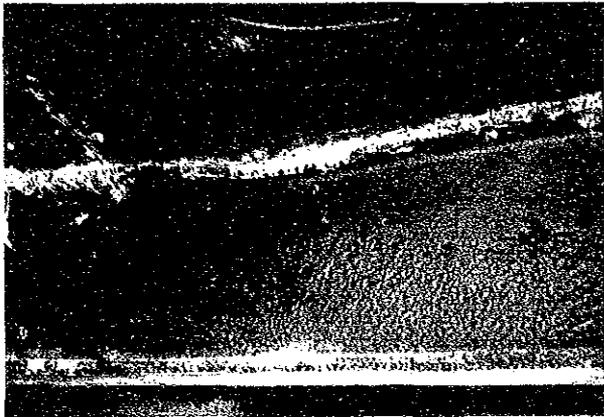
▲一同 上ー
 鋼桁の腐食



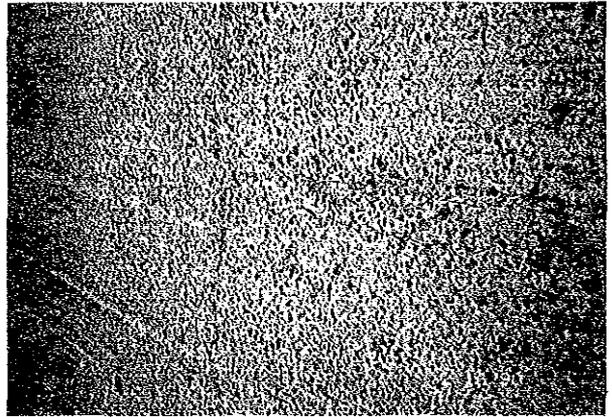
▲州道路 Rout 28
(Standard Buckle Plate橋)
N. Sembilan州
1930年代の架設



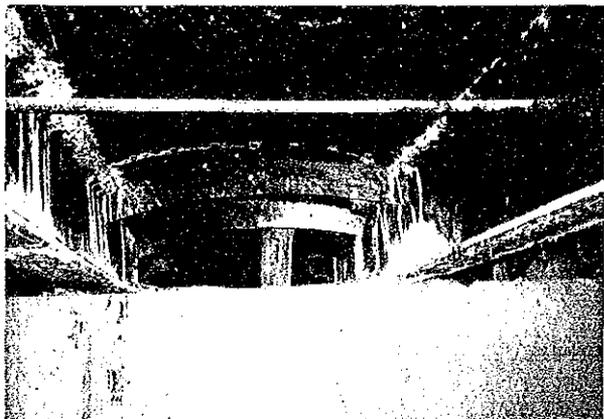
▲サバ州連邦道路 (Route A.1)
RUMPURU橋 (L=300 ft)
複合アーチ橋 1976年架設



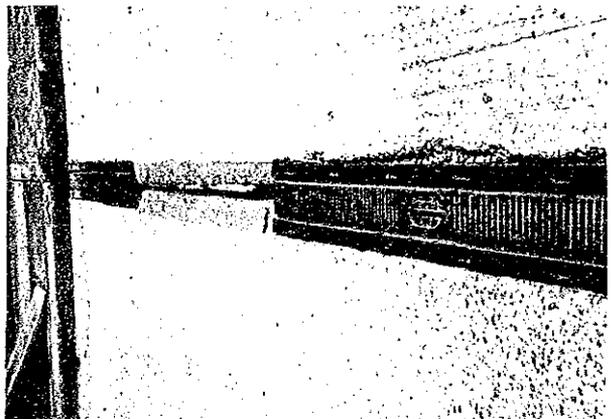
▲ - 同上 -
重荷重による縦桁の損傷



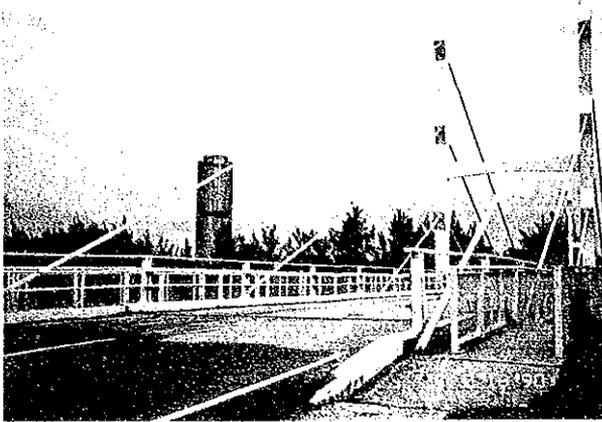
▲ - 同上 -
床版のクラック



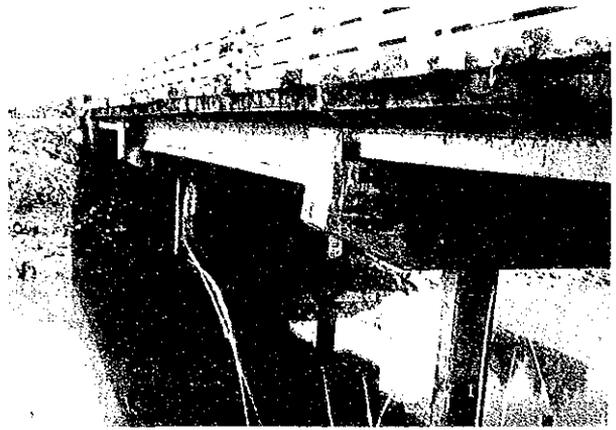
▲ - 同上 -
スティファーによるBuckle Plateの補強



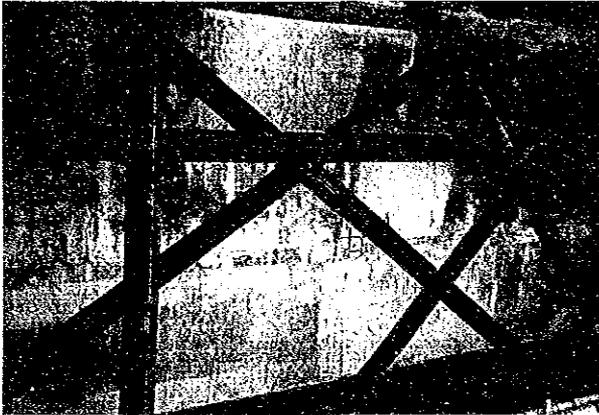
▲ - 同上 -
ジョイント部の損傷



▲サバ州道路
YAYASAN SABAH橋 (L=350ft)
斜張橋 橋齢 15~17年



▲サラワク州道路
LOBA KANAN川橋 (L=102ft)
PC桁橋 + RC桁橋 新橋



▲ - 同 上 -
床版鉄筋の露出



▲ - 同 上 -
橋台背後の沈下

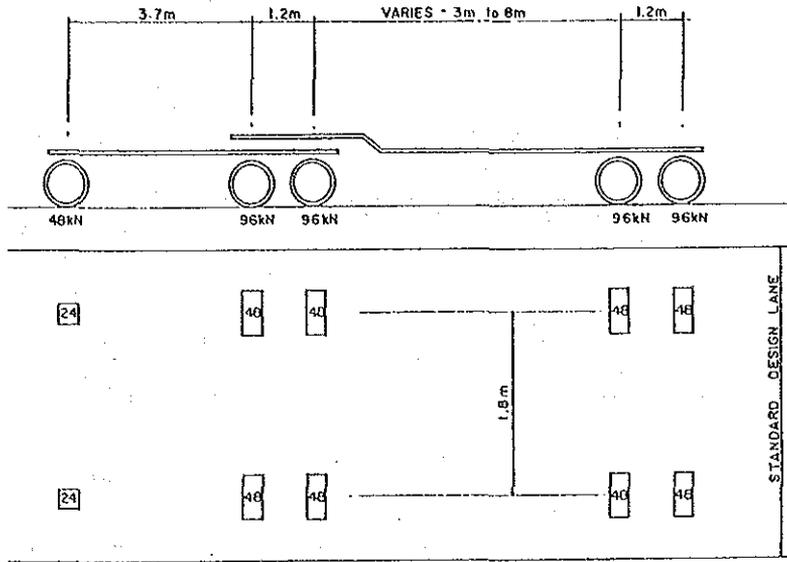


▲ - 同 上 -
支承部の著しい腐食

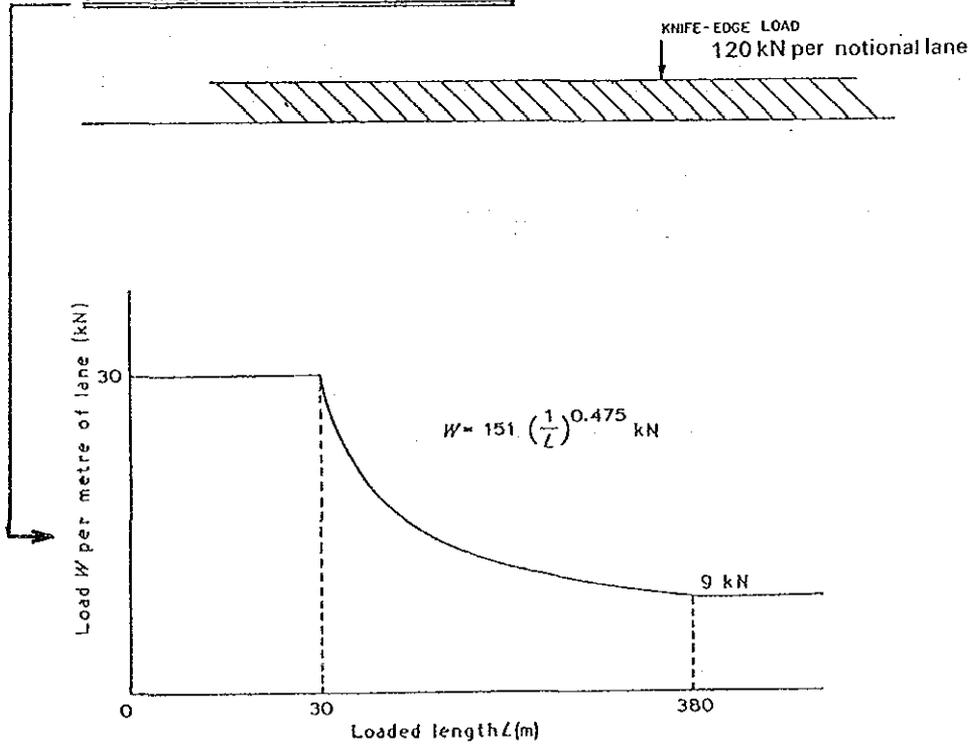


▲ - 同 上 -
軟弱地盤に起因する橋台の傾斜

IDEALISED VEHICLE LOADING (TYPICAL)

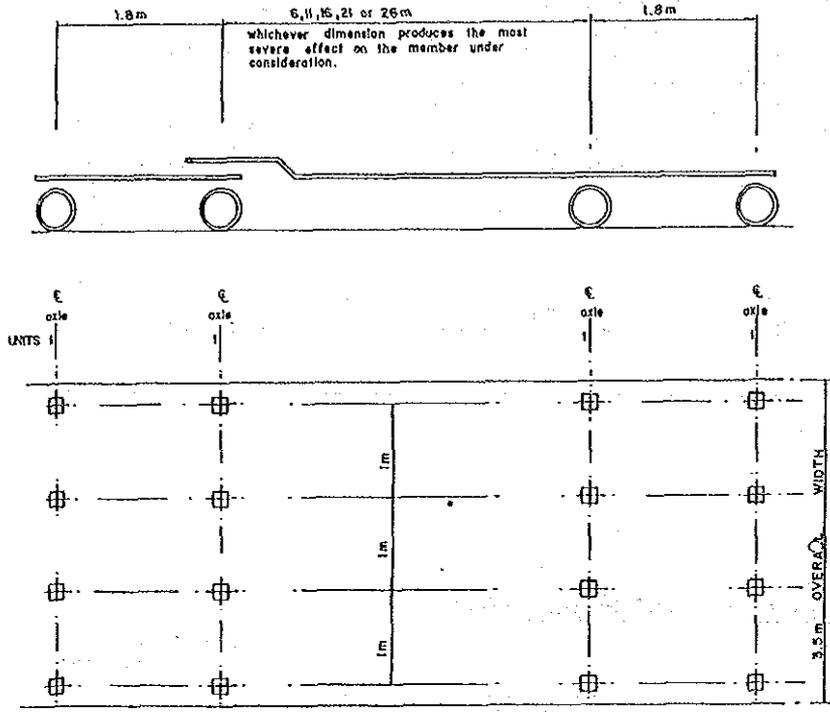


UNIFORMLY DISTRIBUTED LOADING



Loading curve for HA UDL

图 4 - 1 HA 荷重 (標準荷重)



1 UNIT = 1 TONNE PER AXLE
 25 to 45 UNITS USED IN PRACTICE

图 4 - 2 HB 荷重 (特殊荷重)

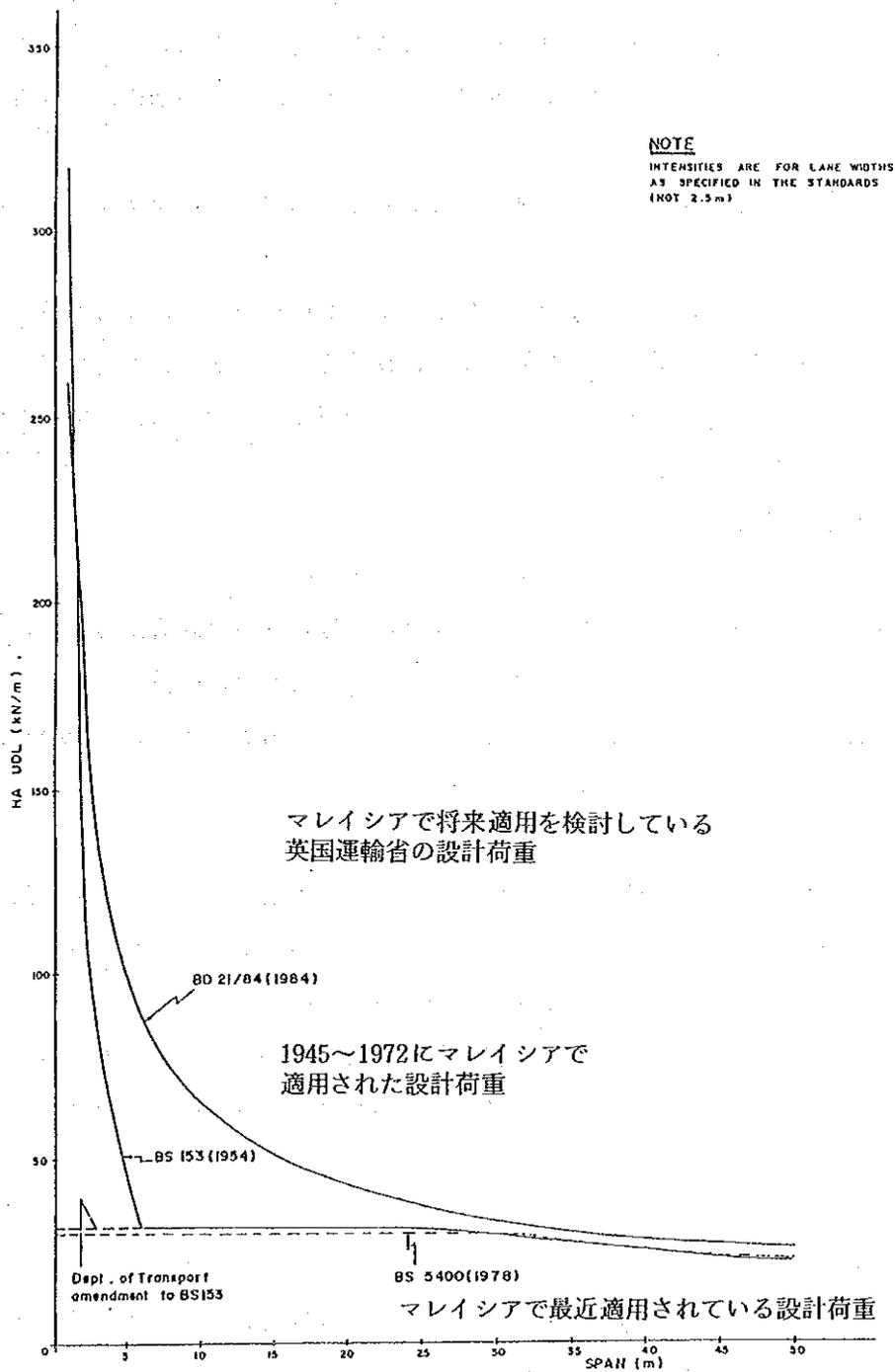


図 4 - 3 HA 等分布荷重の変遷

一方、補修については対症療法的な方法はとられているものの、予防的補修はほとんど行われていない。近年、交通量の増大または通行車輛の大型化に伴って、古い設計規準で設計された橋梁の耐荷力不足が問題となっているが、通行車輛の制限をするにしても、補強工事を行うにしても、現存の橋梁の調査及び耐荷力の評価が不可欠である。加えて、車輛の軸重制限の緩和（現行9トンから将来12トン）が計画されており、橋梁の補修のみならず、耐荷力以下の橋梁の補強が大きな課題となっている。

また、今後定期的な点検及び計画的な補修を実施するために点検マニュアル及び維持補修マニュアルの整備が急務である。

今回現地踏査で見受けられた、一般的な損傷及び問題点は以下のとおりである。

- 1) 下部工：橋台・橋脚の洗掘、橋台背後の沈下、鉄筋露出、角かけ、クラック
- 2) 上部工：鋼橋の錆、床版のクラック、ジョイントの損傷、支承の錆、高欄の損傷
- 3) その他：道路に対する橋梁幅員の狭小

(2) 道路及び橋梁維持管理費

道路維持管理費は延長当り維持管理費を設定し、管理延長をもって予算化している。なお、延長当りの維持管理費の根拠は不明である。道路維持管理費は連邦政府から与えられた予算の範囲内で州政府が改めて実行予算を決定し、その州内の各道路に配分している。また、橋梁の維持補修費は予算項目として設定されていない。そのため橋梁維持管理費の確保に苦慮している。

(3) 維持管理組織

連邦道路及び州道の維持管理は大部分が直営組織により実施されている。道路局のシニアエンジニアは維持管理業務に関する時間が少なく、その業務はジュニアエンジニアに移管されており、実施にたずさわる経験のある技術者が不足している。

連邦PWD及び州PWDとも橋梁関係の独立した維持管理部門はなく、道路の維持管理部門に組み込まれており、また橋梁の維持補修の専門的知識及び経験のある技術者はほとんどいない状態である。

4-4 橋梁補修の事例

PWDの橋梁課長 Tham Kum Weng 氏の論文及びPWD技術者からのヒアリングによるマレイシアにおける橋梁補修の事例を以下に要約する。

(1) Sultan Ismail 橋

場 所：Johor 州（国道5号）、Muar 川

橋 梁 形 式：P C 桁橋（中央径間部はゲルバータイプ）

基礎及び橋脚、内空コンクリート詰鋼管杭、径 1,100 mm

R C 杭 400 mm × 400 mm

橋 長 : 352.7m
(5 @ 31.24 + 20.0 + 31.24 + 20.0 + 5 @ 31.24)
幅 員 : 総幅員 17.2 m、車道幅員 7.3 m (2 車線)
竣 工 : 1967年ごろ
損 傷 : 1) 鋼管利用の橋脚の著しい腐食
2) ダウエルバーの著しい腐食
3) 橋脚横桁のコンクリートの剥離、鉄筋の露出

詳細調査の方法 : ポンツーン (台船の上にトラックレーンを乗せ、クレーンにバケットをつるし乗り込み、詳細な目視調査を実施した。)

補 修 作 業 : 1987年11月～1989年1月

- 1) 橋脚の腐食部のけれんの上、厚さ 250 mm の巻きコンクリート施工
(水面下の作業にはダイバーを使用)
- 2) 腐食したダウエルバーの交換
- 3) 腐食した横桁コンクリートの除去、腐食した鉄筋の錆の除去 (サンドブラスト)、スターラップの溶接、引張鉄筋の増設、巻きコンクリートの施工、腐食防止塗装の施工

(2) Marang 川橋

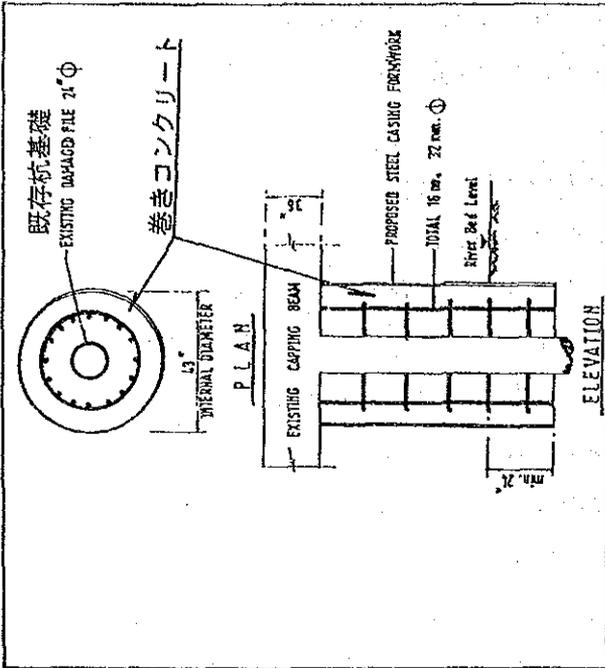
場 所 : Trengganu 州 (国道 3 号)、Marang 川
橋 梁 形 式 : 上部工、P C 及び R C 桁橋
下部工 (基礎及び橋脚)、内空コンクリート詰鋼管杭、径 600 mm
橋 長 : 不明
幅 員 : 不明 (2 車線)
竣 工 : 不明
損 傷 : 1) 鋼管利用の橋脚の著しい腐食
2) 内空コンクリートの劣化、剥離

詳細調査の方法 : 詳細目視調査
ダイバーによる水面下の目視調査及び写真撮影

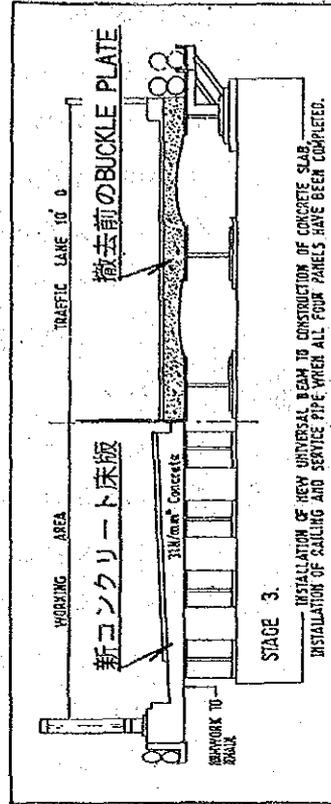
補 修 作 業 : 1985年～1986年
厚さ 250 mm の耐酸巻きコンクリートの施工

(3) Ibai 川橋 (図 4 - 3 参照)

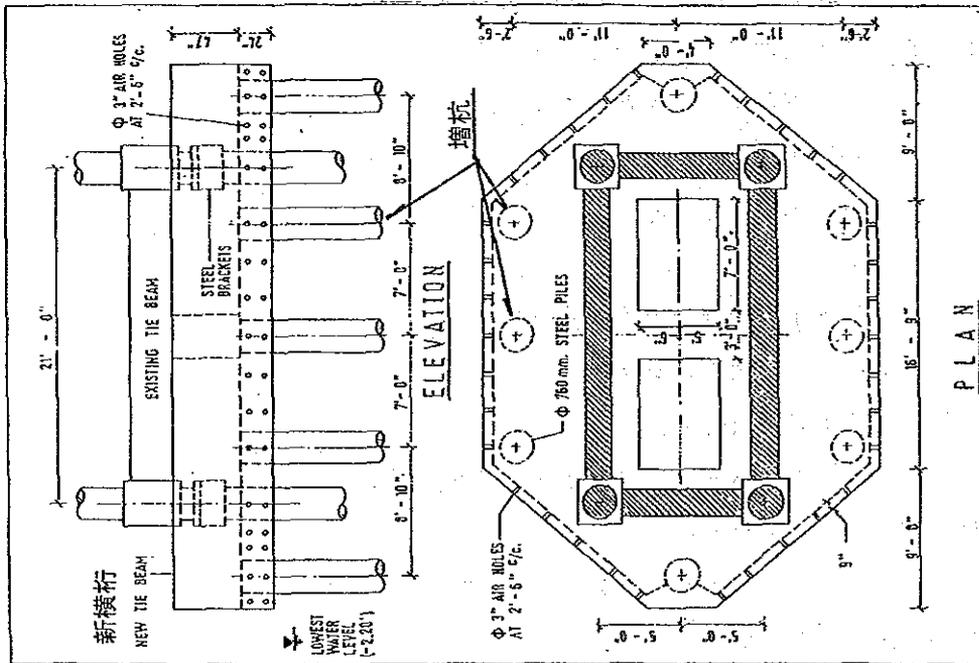
場 所 : Trengganu 州 (国道 3 号)、Ibai 川
橋 梁 形 式 : 上部工、P C 及び R C 桁橋



IBAI川橋の杭基礎の補強例



BENTA川橋 (BUCKLE PLATE BRIDGE) 上部工の改修例



GELIGA川橋橋脚基礎工の補強例

図 4-4 橋梁改修事例

下部工、RC杭 300 mm × 300 mm

橋 長：不明
幅 員：不明（2車線）
竣 工：不明
損 傷：硫酸塩と塩化物イオンに起因する橋脚コンクリートの劣化、剥離及び鉄筋の腐食

詳細調査の方法：詳細目視調査

ダイバーによる水面下の目視調査及び写真撮影

補修作業：1985年～1986年

腐食した鉄筋の錆の除去、鉄筋の増設、劣化したコンクリートの除去、幅 0.03 mm を越えるクラックへのエポキシ樹脂の充填、厚さ 250 mm の耐酸巻きコンクリートの施工

(4) Iskandar 橋

場 所：Perak 州（国道 1 号）、Perak 川
橋梁形式：上部工、鋼アーチ橋 + 鋼床版 基礎工、（不明）
橋 長：285.8 m
(32.03 + 40.04 + 46.2 + 49.28 + 46.2 + 40.04 + 32.03)

幅 員：総幅員 10.1 m、車道幅員 7.3 m（2車線）

竣 工：1932年

損 傷：1) 鋼床版のリベットの緩みと橋面アスファルト舗装への亀裂、雨水浸透による鋼床版の腐食及び断面欠損
2) 重交通（14,000 台/日）による鋼床版の疲労

詳細調査の方法：詳細目視調査

補修作業：1985年5月から6カ月

- 1) 4本の増縦桁施工（交通を通しながら）
- 2) 半車線ごとの橋面舗装の除去
- 3) 腐食した鋼床版の置き換え、コンクリートベースの施工
- 4) アスファルト表層工及び伸縮装置の施工

(5) Geliga 川橋（図 4 - 4 参照）

場 所：Trengganu 州（国道 3 号）、Geliga 川橋
橋梁形式：上部工、RC桁橋 基礎及び橋脚、PC杭
橋 長：271 m
(16 @ 16.94)

幅 員：不明（2車線）
竣 工：1961年
損 傷：1）橋脚基礎の不等沈下
2）実交通荷重に比べて過少な設計荷重（13トン）

詳細調査の方法：不明

修 復 作 業：1984年10月～1985年11月

- 1）基礎の強化（追加鋼管杭の施工、新旧基礎の一体化のための横桁の施工）
- 2）RC桁のジャッキアップ
- 3）新支承の施工（ゴムシュー）

(6) Benta 橋（図4-4参照）

場 所：Pahan 州（国道8号）、Lipis 川
橋 梁 形 式：上部工、1桁橋+ Buckle Plate + RC床版
下部工、練石積橋脚

橋 長：64.9 m
(14.7+2 @ 16.7+16.8)

幅 員：5.1 m（2車線）

竣 工：不明

損 傷：1）異常な振動
2）RC床版及びアスファルト舗装のひび割れ
3）I 桁の変形
4）Buckle Plate の腐食及び偏平化

詳細調査の方法：詳細目視調査

補 修 作 業：1986年1月～8月

- 1）鋼合成桁橋への改修
(新I桁との交換+RC床版の施工)
- 2）半車線ごとの施工

(7) Sultan Yayat Putera 橋

場 所：Kelantan（国道134号）、Kelantan 川
橋 梁 形 式：上部工、PC桁橋（ゲルバータイプ） 基礎、不明
橋 長：約700 m
幅 員：約10 m（2車線）
竣 工：1963年

損 傷：ゲルバー支承部のコンクリートのひび割れ

詳細調査の方法：詳細目視調査

修復作業：1979年ごろ

ひび割れ部へのエポキシ樹脂の注入

4-5 全国幹線道路軸重調査 (National Axle Load Study)

(1) 概要

全国幹線道路軸重調査 (NALS) は1985年12月に世銀の資金協力によって、以下の項目を主な目的として開始された。

- 1) 現道路網を安全に供用できる最大軸重及び車輛寸法の調査
- 2) 今後の道路・橋梁設計に使用すべき最大軸重及び車輛寸法の調査
- 3) 道路舗装・橋梁の改良の必要な箇所及び改良時期の調査
- 4) 道路舗装・橋梁の車輛重量制限に関する調査
- 5) 最近建設された5本の道路の損傷の原因調査

本調査の中で、橋梁台帳 (Inventory) を作成し、目視調査を中心として損傷及び老朽化の程度をまとめ、健全度の評価を実施している。調査はPhase I、II、IIIより成っており、連邦道路の約90%がカバーされる。

表4-2 全国幹線道路軸重調査フェーズ別内訳

PHASE	対象道路 / 地域	橋梁数	調査期間	調査員及び調査資金
Phase I	連邦国道 1号、2号、3号 (図4-5参照)	966	1985年12月 ~1987年10月	世銀の資金協力 英国コンサルタント+ マレーシアのコンサル タント+PWD技術者
Phase II	上記以外の国道 (ただし、国営農 場等へのアクセス 道路は除く)	約1,400	1987年11月 ~現在 (橋梁台帳は 1990年6~7月 ごろに完成)	マレーシア政府の自己資 金 PWDのHPU (道路計 画局) による直接調査
Phase III	サバ州、サラワク 州	約 400	本年度中の開始	マレーシア政府の自己資 金+マレーシアのコンサル タント

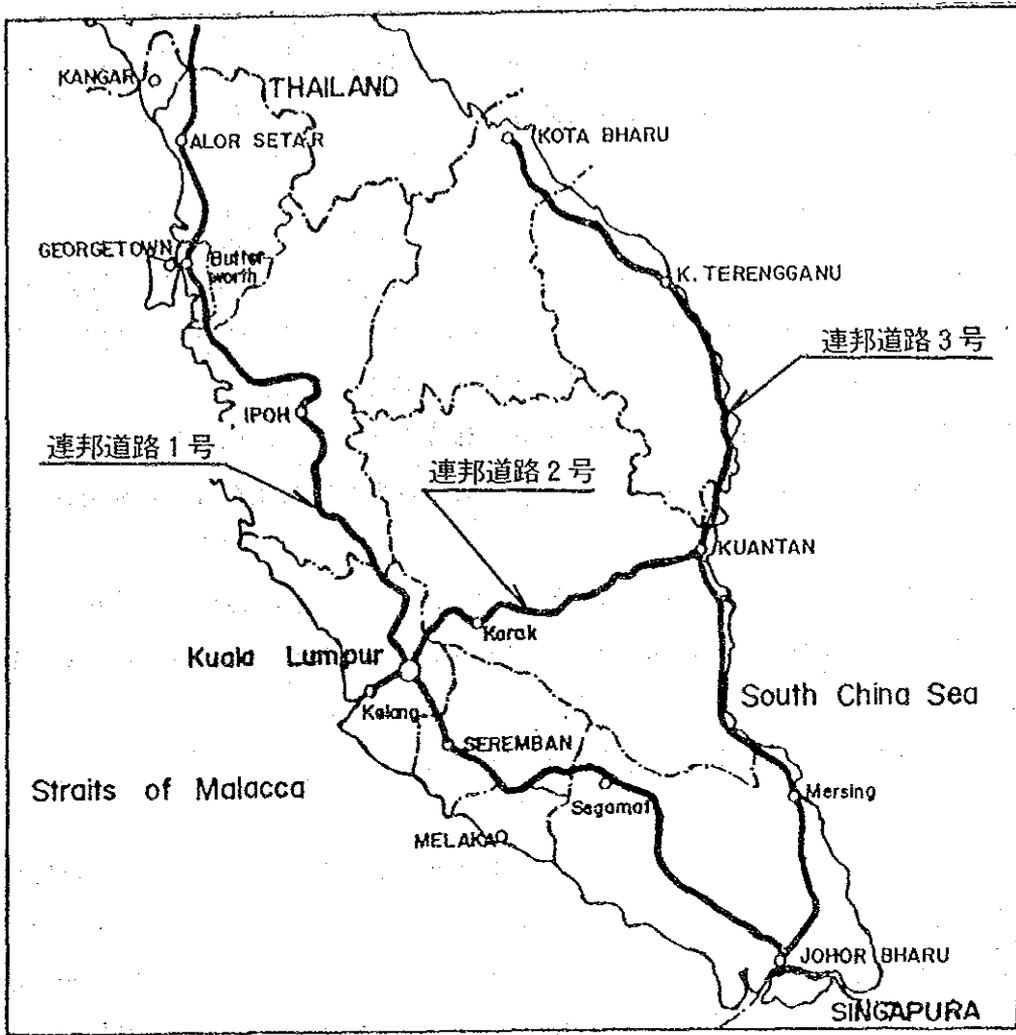


图 4 - 5 全国幹線道路軸重調查 (PHASE I) 対象路線

NALS「Phase I」の報告書の中で、橋梁に関する報告書は、

- 1) Technical Note 19, Comentary on Observed Damage to Bridges
- 2) Technical Note 20, Bridge Loading
- 3) Technical Note 23, Field Surveys and Results
- 4) Volume 9, Long Term Axle Load

である。

(2) Phase I の橋梁調査の方法

橋梁調査は1972～1974年に KAMPSAX によって作成された旧橋梁台帳、既存の橋梁設計図面・竣工図面等の資料の収集・整理から始められた。NASLの目的を考慮し、橋梁には被りの浅いパイプカルバートやボックスカルバートも含んでいる。

調査は概略目視調査（966橋）、損傷の見られる橋梁に対する主任技術者による詳細目視調査（219橋）、さらにいくつかの選定された橋梁の非破壊試験を含む詳細調査の順に実施された（図4-6参照）。

橋梁調査表（Axle Load Inspection Form）及びその記入例を附属資料6.に示す。調査は図面のない橋梁の標準縦横断面、主要部材の寸法測定等を含んでいる。ただし、調査時の水位の関係で、基礎の状態調査が不可能だったものもある。

調査で使用された主な機材は以下のとおりである。

- | | | |
|-------------------|---------------|------------|
| 1) カメラ | 11) コンクリートひび割 | 18) 測定用ロッド |
| 2) 双眼鏡 | れ測定鏡 | 19) 下げ降り |
| 3) Endoscope（内視鏡） | 12) 壊中電燈 | 20) 測距用テープ |
| 4) Profometer | 13) ハンマー（大、中、 | 21) ハジゴ |
| 5) 超音波厚さ計 | 小) | 22) 防塵眼鏡 |
| 6) PHメーター | 14) ノミとタガネ | 23) ヘルメット |
| 7) シュミットハンマー | 15) ワイヤブラシ | 24) 安全チョッキ |
| 8) 塗装厚測定器 | 16) 塗装用刷毛 | 25) 救命胴衣 |
| 9) ハンドレベル | 17) 黒板 | 26) ゴムボート |

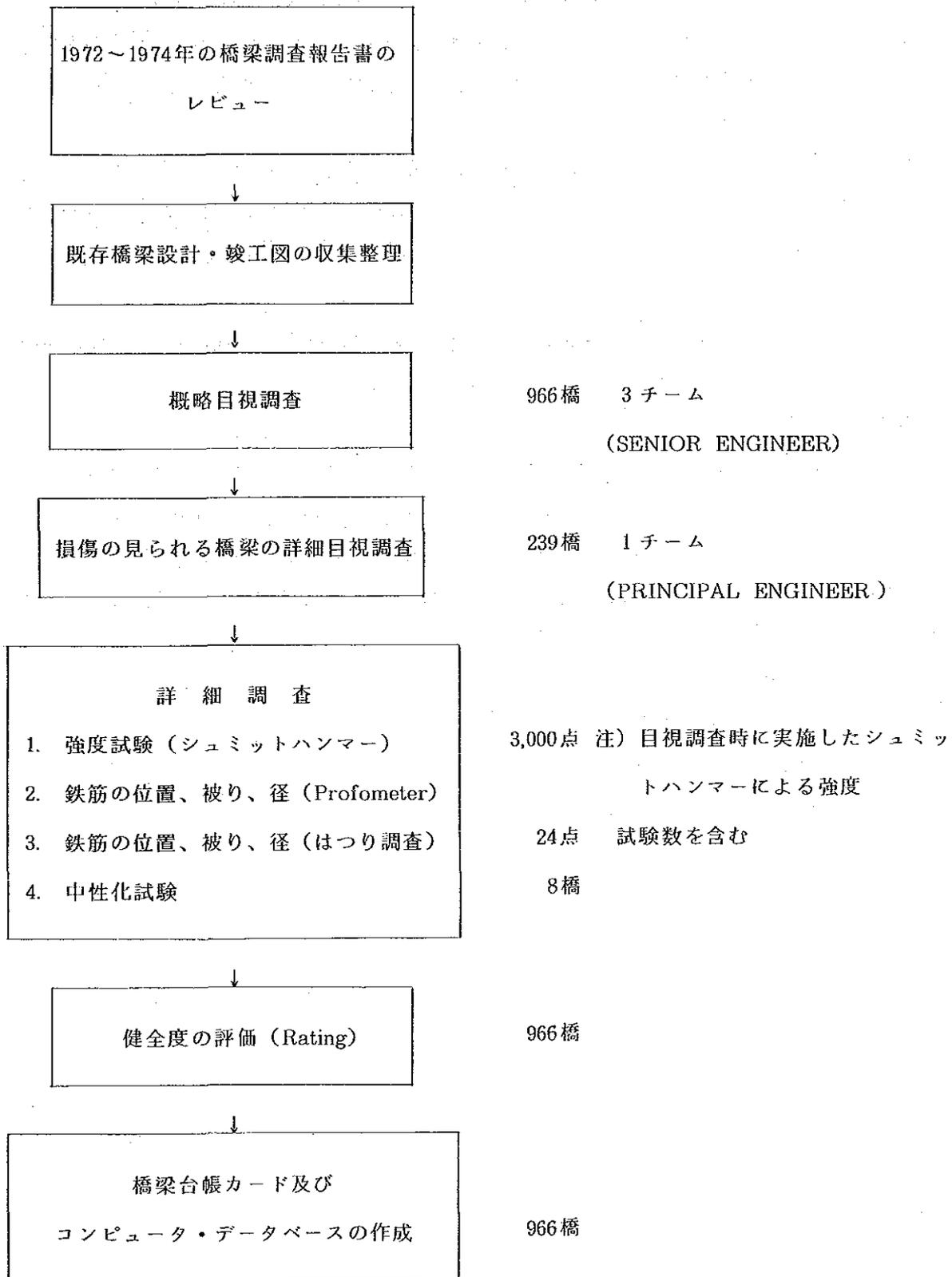


図4-6 全国幹線道路軸重調査における橋梁調査フロー

詳細調査の中で、鉄筋の位置、被り、径を調査するために、電磁波測定器 (Profo meter) を使用したが、その精度は悪く、結局コンクリートをはつり、調査をしている。

また、コンクリート強度の地域的特性を把握するためにシュミットハンマーによる強度試験を全国的に 3,000 点以上実施している。化学的腐食調査に関しても留意されている。

(2) 橋梁の健全度の評価 (Rating)

目視調査の結果、それぞれの主要部分 (橋台、基礎、橋脚、支承、桁、床版、舗装、伸縮装置、パラペット、洗掘) に対して、評価「1」は「新」、評価「5」は「危険」とする 5 段階の状態評価を実施している。またこれらの評価をとりまとめ、橋梁の総合的な健全度評価 (5 段階) を実施している。

ただし、各評価に対する客観的な評価 (Rating) の方法は確立しておらず、どちらかといえば担当技術者の個々の判断によっているのが現状である。

(3) 橋梁台帳の作成

調査の総果は橋梁台帳として整備されている。台帳は A 3 サイズのカードシステム (附属資料 6. 参照) とコンピュータによるデータベースシステム (Prime Information Date Base System) より成っている。コンピュータとしては本庁の H P U 内にあるミニコン (P RIME) が使用されており、NALS 事務所のマイコンとモデムで接続されている。図 4-7 にコンピュータデータベースの標準出力様式を示す

(4) Phase I 調査の結果

Phase I 調査の主な結果は以下のとおりである。

調査橋梁総数	: 966 橋
橋梁延長	: 22,343 m
橋梁スパン総数	: 2,149
平均スパン長	: 10.4 m
最小スパン長	: 0.8 m
最大スパン長	: 151.5 m

Bridge Inspection Records - Malaysian Axle Load Study

Rendel, Palmer and Tritton with Minconsult Sdn. Bhd.

Page - 1
Date - 06/06/88

Bridge Number - 442/4 Federal Route Number - FT005 Key - 00544240

Between KLANG and KUALA SELANGOR Drawings Available - Yes

State - SELANGOR District - KLANG

Bridge Crosses - STREAM

Year of Construction 1970 (Estimated)

Articulation - SS Simply supported

Spans (in metres)

12.26

Sum of Effective Spans - 12.26 metres Number of Spans - 1

Carriageway Width - 8.98 metres Skew Angle - 0 degrees

Superstructure Abutments Piers

Condition Rating 1 2

Material and Type of Construction Inverted tee Filed Bank Seat

Visual Inspection by AZHARI on 16/03/87 Detailed Inspection Required - No

R.V.I. Reviewed on / / All Details Obtained by / /

Design Loading - Capacity - Basis -

Study Category - All Categories Finalized -

COST DATA :- Reconstruction - Basic : M\$ 253350 - Additional : M\$ - Redeck/Upgrade : M\$

Notes

図 4-7 全国幹線道路軸重調査コンピュータ標準出力様式

表 4 - 3 架設年度による分類

架設年度	橋梁数 (%)	設計荷重
1945年以前の架設橋数	91 橋 (9.4)	不 明
1945～1974年の架設橋数	680 橋 (70.4)	H A 荷重
1974年以降の架設橋数	195 橋 (20.2)	H A 荷重または H B 荷重

表 4 - 4 スパン数による分類

スパン数	橋梁数 (%)
1	465 (48.1)
2	218 (22.6)
3	168 (17.4)
4	42 (4.4)
5	25 (2.6)
6	12 (1.2)
7	13 (1.3)
8	5 (0.5)
9	5 (0.5)
10以上	13 (1.3)

表 4 - 5 スパン長による分類

スパン長(m)	橋梁数 (%)
0 - 5	503 (52.1)
5 - 10	294 (30.4)
10 - 15	108 (11.2)
15 - 20	73 (7.6)
20 - 25	30 (3.1)
25 - 30	16 (1.7)
30 - 35	35 (3.6)
35 - 40	11 (1.1)
40 - 45	4 (0.4)
45 - 50	8 (0.8)
50 以上	10 (1.0)

表 4 - 6 橋梁形式による分類

橋梁形式	橋梁数 (%)
1. Reinforced Concrete Arch (RC アーチ橋)	1 (0.1)
2. Reinforced Concrete Box Girder (RC 箱桁橋)	1 (0.1)
3. Precast Reinforced Concrete Beam (PC 桁橋)	133 (13.8)
4. Reinforced Concrete Slab (RC 床版橋)	100 (10.4)
5. Reinforced Concrete Beam + Slab (RC桁橋 + 床版)	137 (14.2)
6. Encased Steel Beam	18 (1.9)
7. Steel Box Girder (鋼製箱桁橋)	2 (0.2)
8. Steel Beam and Concrete Slab (鋼製桁 + RC 床版)	26 (2.7)
9. Steel Beam and Buckle Plate	60 (6.2)
10. Steel Truss (鋼製トラス橋)	2 (0.2)
11. Steel Arch (鋼製アーチ橋)	1 (0.1)
12. Steel Trough	1 (0.1)
13. Timber (木橋)	3 (0.3)
14. Masonry (Clapper) 石橋	1 (0.1)
15. Masonry (Arch) 石橋 (アーチ式)	22 (2.3)
16. Prestressed Concrete Inverted Tee (PCT 型橋)	100 (10.4)
17. Prestressed Concrete Beam (Precast)	71 (7.3)
(PC 桁橋、プレキャスト)	
18. Prestressed Concrete Beam (Insitu)	8 (0.8)
(PC桁橋、場所打ち)	
Armco Culvert	
Reinforced Concrete Box	
Precast Concrete Box	
Precast Concrete Pipe	
	371 (38.4)

表4-7 耐荷力別分類

橋梁の耐荷力評価	橋梁数 (%)
1. Adequate for Medium Term Assessment Load	361 (37.4)
2. Adequate for Short Term Assessment Load but Inadequate for Medium Term Assessment Load	509 (52.7)
3. Presumed to be Adequate for Short Term Assessment Load but cant not readily be analysed	22 (2.3)
4. Inadequate for Short Term Assessment Load and Requiring Load Restrictions	27 (2.8)
5. Considered Unsafe or Damaged Beyond Economic Repair	47 (4.9)
計	966 (100)

注：1) STAL (Short Term Axle Load)

1970年代の初期までにマレーシアの橋梁設計で使用されたHA設計荷重に対応する橋

2) MTAL (Medium Term Axle Load)

1972年以降マレーシアの橋梁設計で使用されたHB設計荷重に対応する橋。既存橋の約半分はこのHB荷重に対応できないと推測されている

3) LTAL (Long Term Axle Load)

英国の次期設計荷重に組み込まれると思われるBD21/84橋梁評価標準示方書で用いられている設計荷重。大部分の既存橋はこの設計荷重の規準を満たさないと推測されている。45UNIT (45トン) のHB荷重を用いて設計された橋梁はLTALに対応できる

4) SSAL (Sub Standard Axle Load)

STAL以下 (HA設計荷重以下) の橋

(5) 既存橋梁の損傷原因

NALS Phase I の中でわかった橋梁の主な損傷原因は以下のとおりである。

- 1) 腐食による鉄筋及びP C 橋の損傷 (広範囲)
 - 2) 鉄筋の剥りの不足によるコンクリートの中酸化に起因する鉄筋及びP C 橋の損傷 (広範囲)
 - 3) 地下水及び河川水の中に含まれている硫酸塩による損傷 (軽度)
 - 4) 地下水及び河川水の中に含まれている塩による石灰岩骨材の損傷
- これらの4原因による損傷は全調査橋梁の約3分の1に及んでいる。
- 5) 土圧に対する過少設計による橋梁下部工の損傷
 - 6) 鋼橋に対するメンテナンスの不備による腐食及び断面欠損
 - 7) 不適切な伸縮装置の採用とその損傷による漏水
 - 8) アルカリ骨材に起因すると予測される損傷 (半島マレーシア東海岸側)
 - 9) 施工不良に起因する損傷
 - 10) 極端なオーバーレイによる死荷重の増加

現在マレーシアの車輛規制は2軸車輛の場合は軸重9トン、車輛総重量15トン、3軸車輛の場合は総重量22トンとなっている。また車軸中心間隔2.75 m以下のタンデム車は14トン以下となっている。しかしながら、1986年の軸重調査によれば、60%の2軸及び3軸車輛がこの規制値を超えており、20%の車輛が3.8トン～6トン規制値を超えている。したがって、橋梁の損傷の中には重交通に起因するものもある。

日本と比較してコンクリート床版のひび割れ・剥離等の損傷は少ない。これはもともと床版に対する設計荷重が大きく、床版が厚いことによると思われる。

(6) 車輛軸重制限の緩和

マレーシアの交通の現状に適合させるため、また軸重制限緩和による経済効果への波及を目的として、NALS Phase I の結論として、軸重を現行の9トンから将来は12トンへ緩和することと提言している。この提言を受けて、マレーシア政府は段階的に軸重を緩和すべく計画している。

4-6 世銀の資金協力によるBMSの概要

(1) Highway Rehabilitation and Improvement Project

マレーシア政府は世銀の資金協力を受けて「Highway Rehabilitation and Improvement Project」を実施すべく現在コンサルタントの国際入札中である。プロジェクトの概要は以下のとおりである。

- プロジェクト名：Highway Rehabilitation and Improvement Project
- 事業費：U S \$ 228.2million (うちIBRDローン、U S \$ 83.2million)
- 実施期間：1990～1995年
- 事業目的：
1) 連邦道路の維持管理計画及びプログラムの改善
2) 連邦及び州道整備計画のコーディネーション
3) 既存連邦及び州道路網の改善
4) 過載重量車輛の規制に対する改善
5) 交通安全に関する改善
- 事業内容：
1) 562 km の道路改修と維持管理
2) 連邦道路のうち、緊急性のある67橋の架替え
3) 35カ所の積載重量チェックポイント施設の建設
4) 42カ所の危険箇所の改善と27の歩道橋の建設
5) P W DのComputer Aided Design and Drafting Capacity
の改善のためのコンピュータハード及びソフトウェアの導入
6) コンサルタントサービス、テクニカルアシスタンス、スタッフ
トレーニング

コンサルタントサービスの内容：

- 1) H P U (道路計画部) の組織の強化
- 2) 道路改修の施工管理
- 3) Pavement Management System (BSM) の運用
- 4) BMS (Bridge Management System) の設計及び運用計画
- 5) 交通安全データの収集
- 6) 環境影響調査
- 7) スタッフトレーニング

表4-8 BMSの費用内訳

単位：百万US\$

	内 訳	国 際 入 札	国 内 入 札	他	計
1	Highway maintenance improvement program	83.9 (23.1)			83.9 (23.1)
2	Replacement of timber and sub-standard bridges		21.6 (9.5)		21.6 (9.5)
3	Truck weigh control program		11.8 (3.8)		11.8 (3.8)
4	Highway improvements	61.2 (21.9)			61.2 (21.9)
5	Road safety improvement program		28.6 (7.9)		28.6 (7.9)
6	Weigh-bridges	6.9 (5.3)			6.9 (5.3)
7	Computer hardware and software			1.1 (0.9)	1.1 (0.9)
8	Consulting services, technical assistance, and training			13.1 (10.8)	13.1 (10.8)
	計	152.0 (50.3)	62.0 (21.2)	14.2 (11.7)	228.2 (83.2)

(注) ()の数字は世銀よりの資金。

(2) Bridge Management System (BMS)

BMSはコンピュータを利用した橋梁の維持管理システムの構築を目的とするもので、PWDがBSM (Pavement Management System) の橋梁版として計画し、ここ数年研究を重ねてきたものである。BMSは橋梁のデータベースシステム、予測システム、維持改修の優先順位決定システムから成り、橋梁の維持改修の予算計画・改修プログラムを含む総合的なシステムとして計画されている。

BMSの設計・設定は上記世銀の資金協力のもとで実施され、既に実施中のNational Axle Load Study、本格調査で実施される点検、維持修繕マニュアル等と組み合わせられて完成するものと位置付けられる。

BMSは当初連邦道路が対象として構築されるが、いずれは州道にもその適用が拡大される予定である。

第5章 本格調査の概要

5-1 調査の目的

本調査の目的はマレーシア国の橋梁維持修繕に係るマニュアルを作成し、併せて体系的な橋梁の維持修繕計画を策定することであり、調査の項目はマレーシア政府と協議を行い、合意のうえS/Wとしてとりまとめたとおりである。

5-2 調査対象橋梁

調査種別ごとの対象橋梁は以下のとおりである。

(1) 目視調査

1) 連邦道路橋 (Federal Bridge)、半島マレーシア

半島マレーシアの対象連邦道路橋は全国幹線道路軸重調査 (National Axle Load Study) の中で損傷度が「3」、「4」にランクされている橋梁、及び耐荷力が基準以下 SSAL (Sub-Standard Axle Load) と判断されている橋梁である。NALS Phase I の調査橋梁 976 橋の中でランク「3」は 70 橋、ランク「4」は 5～6 橋、SSAL は 27 橋となっている。Phase II は Phase I の残りの連邦道路をほぼカバーしており、調査橋梁は約 1,500 橋と推測されている。したがって、対象橋梁は Phase I から約 100 橋、Phase II から約 150～200 橋の計 250～300 橋である。

Phase II の橋梁インベントリーは 1990 年 6～7 月に完成する予定であり、目視調査の対象橋梁は NALS の橋梁インベントリーをレビューし、橋梁形式、地域、損傷のタイプ等を考慮のうえ、約 100 橋程度を選定しレーティングのレビュー、損傷原因等の確認のために実施する。なお、調査対象橋梁は連邦道路橋が対象であるため、全国に拡散する。

2) 連邦道路橋 (Federal Bridge)、サバ州及びサラワク州

サバ州、サラワク州における調査の主目的は、橋梁の形式、損傷のタイプ、維持修繕の状況を把握し、各マニュアルに反映させることにある。したがって、調査は目視調査が主であり、対象橋梁は連邦道路橋のうち、各 15 橋程度である。

調査対象橋梁は本格調査の開始時までマレーシア側が選定することになっている。地域的には連邦道が対象であるため、州全体に拡散すると思われる。

3) 州道路橋 (State Bridge)

州レベルの橋梁の形式、損傷のタイプ、維持修繕の状況を把握し、各マニュアルに反映させるために、Perak 州、Selangor 州、Negri Sembilan 州で計 40 州を対象として目視調査を実施する。

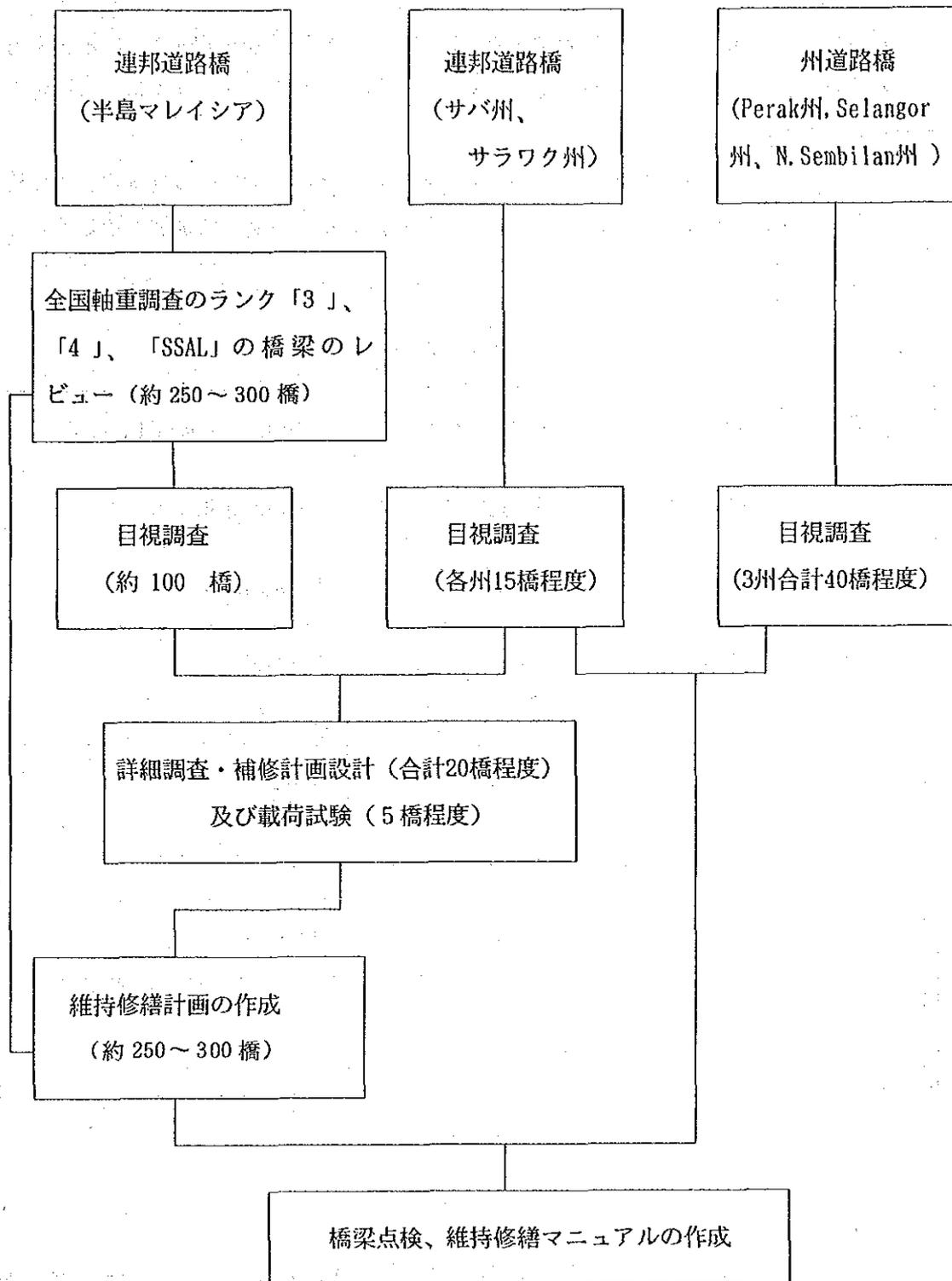


図 5 - 1 調査対象橋梁と調査内容

(2) 詳細検査

上記目視調査の結果に基づいて説明調査の対象となる約20橋を選定する。詳細調査対象橋梁の大部分は半島マレーシアから選定されるが、数橋はサバ州、サラワク州から選定されるものと思われる。

対象橋梁は橋梁形式及び損傷タイプ等を考慮のうえ、マレーシアにおける代表的な橋梁を選定するが、下記の橋梁を含めた4～5の長大橋がマレーシア側の特別調査依頼として取り上げられる予定である。

表5-1 マレーシア側の詳細調査特別要請橋梁

橋梁名	Batu Pahat川橋	Merdeka 橋	Sultan Yayat Putera 橋
州	Johor 州	Kedah 州	Kelantan 州
河川名	Batu Pahat 川	Muda 川	Kelantan 川
橋梁形式	PC 桁橋 RC 杭基礎	RC アーチ橋 ケーソン基礎	PC 桁橋 不明
延長	200m	270m	700m
幅	16.8m (2車線)	7.3m (2車線)	約10m (2車線)
架設年度	1959年	1954年	1963年
設計図書の有無	無	有	無

(注) 本調査中、マ側から依頼のあった橋梁。

1) Batu Pahat 橋

半島マレーシア西海岸沿いを走る連邦道路5号線がBatu Pahat川を渡河する延長200m、中央径間部がゲルバータイプの5径間のPC桁橋である。

鋼管橋脚及び連結RC横桁に錆が見られるものの、伸縮装置と橋面舗装を除いて全体的に良い状況である。伸縮装置、橋面舗装はRatingが「4」であり、改修が必要である。設計図はなく、設計荷重は不明であり、基礎の状態も未調査となっている。

本橋梁の耐荷力は十分でないと考えられており、現在建設中の新橋完成の後、マレーシア政府は本橋梁の補強を計画している。

2) Merdeka 橋

半島マレーシア西海岸 P.Pinang 州と Kedah 州の州境を流れる Muda 川を渡河する連邦道路 1 号上の橋梁である。計 13 スパン、延長 270m、中央径間はアーチ橋、両端部がゲルバータイプの RC 桁橋である。基礎は中央径間部はケーソン基礎、端部は直接基礎となっている。設計図面が残っており、設計荷重は HA 荷重である。

橋梁は全般的に良好であるが、一部ゲルバー桁の支持部にクラックが見られ、また床版にクラック及び剝離が見られる。

3) Sultan Yayat Putera 橋

半島マレーシア東海岸 Kota Baru 市の郊外で Kelantan 川を渡河する全長約 700m のゲルバータイプの PC 桁橋である。

本橋梁は 1979 年ごろにゲルバー桁支持部にクラックが生じ、補修を行った経歴がある。補修後も状態は悪く、通行車輛の重量制限を実施している。

現在、Kelantan 川の上流約 30 km の地点に新橋を建設中（国道 3 号線）であり、マレーシア政府は新橋の完成後、本橋梁を補修したい意向である。

Kelantan 川は洪水時の水位差が大きく、雨期には流速も速い。設計図書は残っておらず、基礎の評価等に留意を要する。

(3) 載荷試験

載荷試験対象橋梁は上記の詳細調査対象橋梁の中から選定される。橋梁形式、橋梁年齢、技術のレベルを考慮すると対象橋梁は半島マレーシアから選定されると思われる。

(4) 維持修繕計画の作成

維持修繕計画（Rehabilitation and Maintenance Programme）作成の対象橋梁は全国幹線道路軸重調査（NALS）の中で損傷度が「3」、「4」にランクされている橋梁、及び基準耐荷力「SSAL」以下と判断されている全橋梁すなわち 250～300 橋である。

(5) 橋梁点検、維持修繕マニュアルの作成

マレーシアの代表的な橋梁形式、損傷のタイプを網羅するようなマニュアル作成が要求される。マニュアルは州道路橋もカバーすることが要求される。

5-3 調査の実施方針

(1) 本調査の位置付け

公共事業局は 1985 年の 12 月から National Axle Load Study (NALS) を実施中であり、現在 NALS は Phase II の段階にあり、1990 年 6～7 月まで半島マレーシアの全連邦道路橋（一

部国営農場等へのアクセス道路を除く)についてイベントリーを完成する予定である。本調査はこの橋梁台帳をベースに実施するものとする。

また、公共事業局は世銀の資金協力を受けて、BMS (Bridge Management System) を策定中である。BMSは橋梁のデータベースシステム、ライフスパン等の維持改修時期の予測システム、維持改修の優先順位決定システムから成り、橋梁の維持改修の予算計画・改修プログラムを含むコンピュータを利用する総合的なシステムとして計画されている。

本調査は橋梁台帳作成を第1段階 (NALSで対応)、BMSの完成を最終段階とすれば、ちょうどその中間の段階にあたる維持補修の実務レベルを担当するものとして位置付けることができ、本調査の結果はBMSに利用されるという認識のうえに立ち、調査を実施する。

(2) 現地の状況に則した調査

マレーシアの教育水準は他の開発途上国に比較して高く、また技術レベルも相当な水準に達しており、マ国技術者は現地の状況に即した設計基準なりマニュアルを作成し、使用したいと希望している。

NALS及び他の橋梁調査で非破壊試験をはじめ、橋梁の調査、補修工事の実績が相当あり、現在体系的かつ、より良い調査補修工法の採用を望んでいる。

しかしながら、一方でサバ、サラワクの両州は橋梁の維持補修というよりは、道路を含めて、まだ新橋の建設の時代であり、半島マレーシアとは道路インフラの整備状況、技術者の認識に差がみられる。

これらマレーシアの発展状況、地域特性等に十分留意し、現地の状況に即した調査計画・内容とする必要がある。

(3) 橋梁の耐荷力及び基礎の評価

既存橋梁のうち、設計図面の残っている橋梁は全体の約3分の1にすぎない。特に古い橋梁ほど設計図面は残っておらず、橋梁の耐荷力の評価及び基礎の評価には留意を要する。

上部工の調査は部材寸法を測定し、非破壊試験、破壊試験 (コンクリートのはつり調査、床版ボーリング等)、構造解析等を組合せ、合理的な評価をすることが求められる。

下部工の評価は類似橋梁、建設年度、地形・地質調査 (ボーリング等)、構造解析、関係者へのヒアリング、橋梁の現況等から総合的に判断する必要がある。

(4) 技術移転

本調査の主目的の一つに現地技術者への技術移転がある。マレーシアの技術者の多くは海外留学や研修を受けた者が多く、実務の経験は浅いものの、その能力、技術移転を受け入れる素地は高く、また現地側の要望も強い。

橋梁の非破壊試験、載荷試験等に関する現地側の興味は強く、試験実施時に参加を求めたりセミナーを開く等の方法で十分な技術移転に留意した調査計画・内容とする必要がある。

また、マレーシアのコンサルタントは現地事情に詳しいのみならず橋梁調査、補修設計の経験もあり、技術移転を念頭に置き、現地技術者の十分な活用を図りながら、本調査を実施するものとする。

5-4 調査の内容

図5-2に本調査の概要の作業フローを示す。

(1) 既存資料の収集・レビュー

本調査に関係する資料の収集としては National Axle Load Study (NALS) の資料、社会・経済資料、土地利用、交通調査資料、水文・気象資料、地形・地質資料等がある。対象橋梁はサバ州、サラワク州を含めて全国にわたるので適切・効率的な資料の収集に留意するとともに、公共事業局、灌漑局等に派遣されている専門家のアドバイスを受けながら収集にあたるのが望ましい。

社会・経済関係の必要資料の大部分は各関係官庁及び統計局から出版されているので入手・利用できる。また、交通関係の資料も毎年調査が実施され、それらの結果は運輸省及び公共事業省道路計画局から出版されている。水文調査、地形調査等に必要な地形図は縮尺1/50,000が全国をカバーしており、測量局から入手できるが、地形図は機密書類扱いされているので取扱いには留意が必要である。

既存資料の中で最も重要であり、本調査の基礎資料となるものは NALS の資料であり、Phase I の資料は各種報告書としてとりまとめられている一方、橋梁のインベントリーはカードシステム及びコンピュータによるデータベースシステムとして整備されている。Phase II 調査のうち、橋梁のインベントリーは1990年6～7月ごろに終了する予定であり、本調査に利用できる。

(2) 目視調査対象橋梁の選定

目視調査の対象橋梁は NALS のレーティング「3」、「4」、「SSAL」の合計約250～300橋の中から100橋、サバ・サラワク州の連邦道路橋から各15橋(計30橋)、スランゴール・パハン・ヌグリスンピラン州の州道路橋から計40橋を選定する。このうちサバ州、サラワク州及び州道路橋の対象橋梁は公共事業局が本格調査の開始までに選定することで合意している。

NALS からの目視対象橋梁は橋梁形式、スパン、地域、損傷のタイプ、設計荷重、建設年度等を考慮のうえ、全橋梁を代表するように選定する必要がある。なおマレーシア側から要請のある特別調査対象橋梁(約4～5橋)もこの中に含むものとする。

(3) 橋梁目視調査

半島マレーシア連邦道路橋の目視調査は既存橋梁台帳のレーティングのレビュー、及び損傷状況・原因等の確認のために実施する。加えて NALS 段階で問題が認識されながら、その原

因等の調査が不十分であった化学的腐食、下部工の状況についても調査をする必要がある。

サバ州、サラワク州の連邦道路橋、及び半島マレーシアの州道路橋の目視調査の目的は地域的な橋梁の特性を把握し維持修繕マニュアルに反映させることにあり、さらに調査の実施を通して技術の移転、維持管理に関する意識の向上を図ることにある。橋梁台帳の様式、記入方法等は全国的な統一を図るため、現行NALSで使用された様式と同じものとする（附属資料 6. Axle Load Study Inspection Form 参照）。

調査資機材も NALS で使用された機材（第 4 章 4 - 3 (2) 参照）は最低限必要となろう。

橋梁の位置は連邦道路橋の場合、「Route Information System」（図 5 - 3）によって距離標識が完備されており、それに従うものとする。州道路については現在道路台帳の作成中であり、距離標識も設置中であり、ルートによっては正確な距離程の確認が困難であるが、将来距離標識も設置後修正できる。

対象橋梁は東マレーシアを含む全国に散在するので、日程、各州PWDの連絡等十分な準備と調整が必要である。

(4) 目視調査報告書の作成

目視調査の結果はプレグレスレポートとしてまとめられる。その際サバ州、サラワク州、及び半島マレーシアの 3 州（スランゴール州、パハン州、ヌグリスンピラン州）の報告書はそれぞれ別分冊として提出するものとする。これらの報告書は橋梁インベントリー、橋梁の概況、損傷の主要因等を含むものとし、目視調査の範囲での維持管理及び補修に関する提言を行う。

半島マレーシア連邦道路橋に関する報告書は既存レーティングのレビュー、損傷の程度・要因のレビューから始まり、調査結果の解析及び詳細調査対象橋梁の選定等の内容が主になる。詳細調査対象橋梁の選定にあたっては、本調査の目的、橋梁の現況及びマ側の意向等を十分に検討のうえ、決定する。橋梁健全度の評価については、この時点でマ側と十分な討議を重ね、共通の基盤に立脚した評価方法を確立する必要がある。また車輛の重量制限等緊急的な処置を必要とする橋に関して、この時点でマレーシア側にアドバイスをするのが望ましい。

(5) 詳細調査計画の立案・準備

第 1 次現地調査の結果選定された橋梁（約 20 橋）に対して具体的な詳細調査計画を立案し、その準備をする。調査は主に詳細目視調査、構造調査、地形・地質調査、河川水文調査、載荷試験等から成る。構造調査は部材寸法の測定、破壊試験（はつり、床版ボーリング等）及び非破壊試験による物理的強度の測定、化学的腐食・中性化等の進行状況のチェック等から成る。載荷試験（静的、動的）は計算式による構造解析の結果と実際に荷重を適用した場合の比較をし、橋梁の実際の耐荷力の評価の判断のために使用される。

非破壊試験の内容、及び機材は現在マレーシアで実施されている方法、技術レベル、費用、

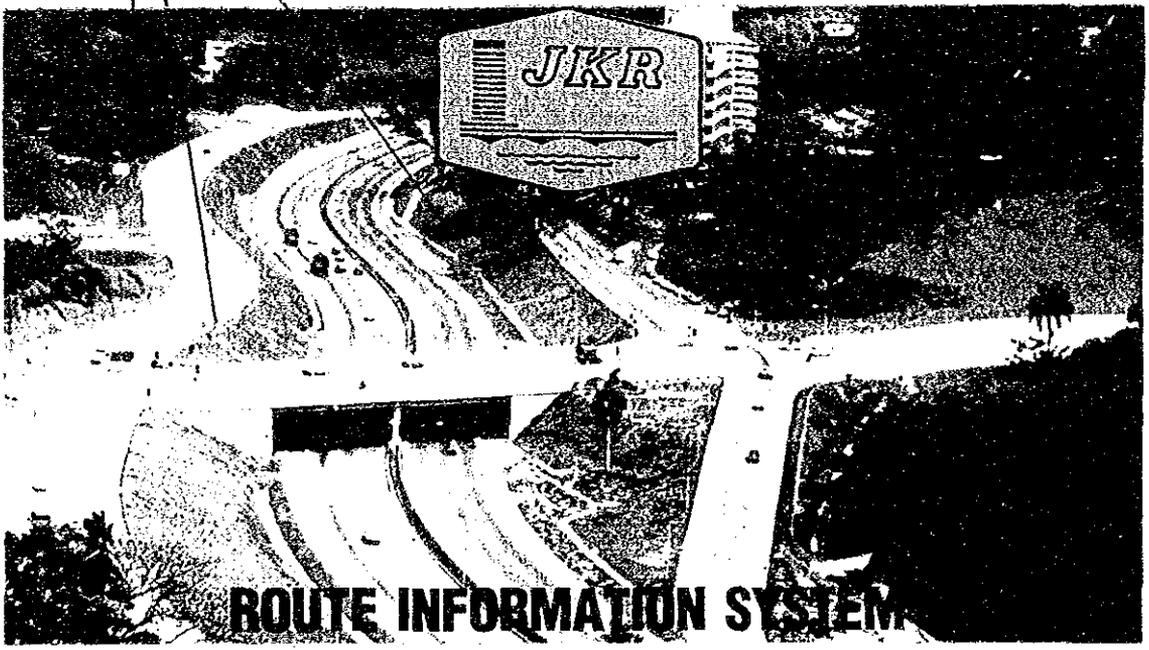
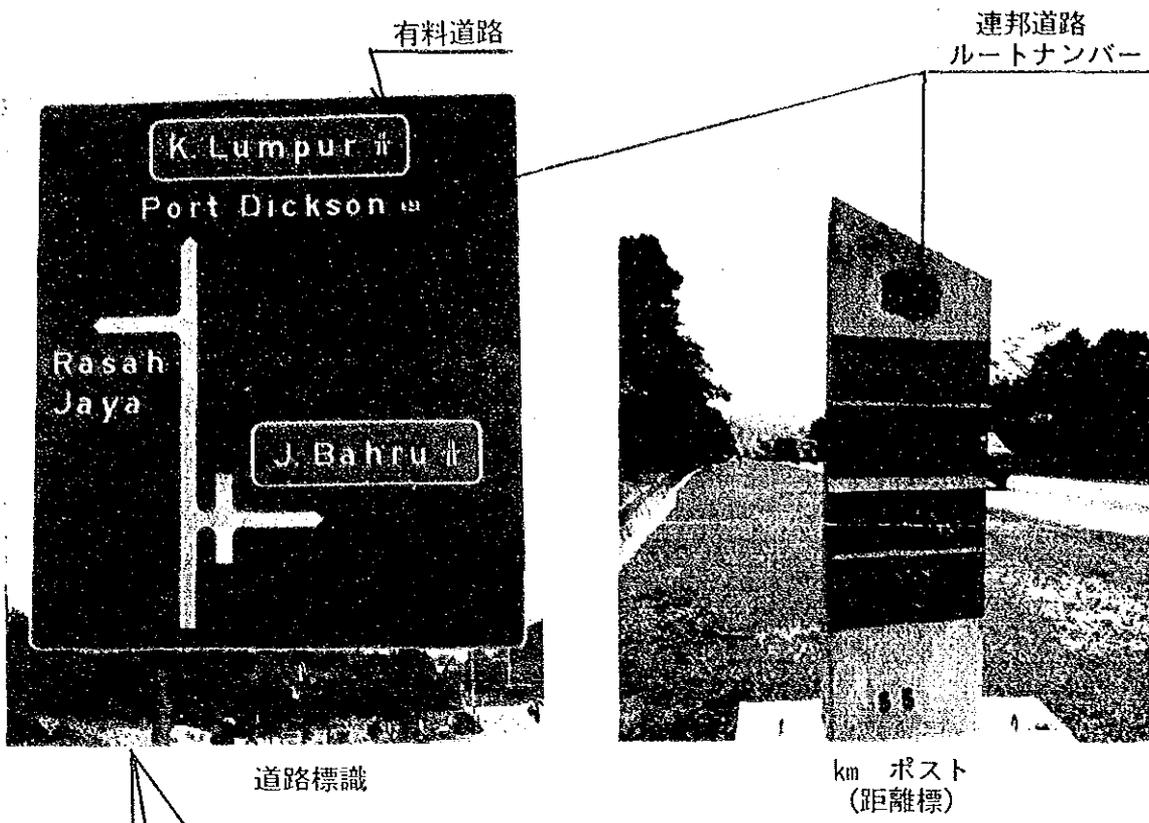


図5-3 ROUTE INFORMATION SYSTEM

工期、試験の精度等を考慮のうえ選定する必要がある。下記にマレーシアで実施されている非破壊試験器具を示す。

1) NALSで使用された試験器

- ・電磁波鉄筋探査機 (Profometer)
- ・超音波鋼版厚さ計 KRUAT (西独) 社製
- ・コンクリート強度試験器 (シュミットハンマー)

2) JICA専門家の携行機材

- ・鋼材腐食度モニター MINI-091-0 (マルイ製)
- ・超音波厚さ計 UDM-550 (帝通電子研究所製)
- ・超音波探傷計 UDM-308 (帝通電子研究所製)
- ・超音波試験器用鋼材標準試験片

3) その他マレーシアのコンサルタント、またはPWDの試験所で使用されている試験器

- ・超音波式コンクリート品質試験器 (Pundit) CNS (英国) 社製
- ・電位差式鉄筋腐食度検査装置 (Potential Wheel) CNS (英国) 社製
- ・ひび割れ検査器 (Crack Detection Meter) CNS (英国) 社製

載荷試験の実施例はなく、たわみ計、歪み計、モニター等載荷試験に必要な機材は現地では入手不可能である。

マレーシアには非破壊試験をはじめ、橋梁の詳細調査の経験あるコンサルタントが数社あり、現地の技術レベルの向上等に留意して、これらのコンサルタントと協力をしながら調査を実施するのが望ましい。

調査対象橋梁のうち、設計図面が残されているのは約3分の1にすぎず、水中の橋梁基礎の部材寸法の測定、基礎の洗掘等状況調査にはマレーシアにおける過去の調査実施例から判断すると潜水夫等の使用が不可欠かと思われる。また水中ボーリングも必要となろう。

(6) 橋梁詳細調査

(5)で計画された調査計画をマ側に説明・了解のうえ、計画に従って詳細調査を実施する。

調査の内容によっては交通の制限等が必要となるので、各関係機関への連絡と協力の取り付けは不可欠である。

また、載荷試験等はマレーシアでの実施例はなく、PWDの試験所をはじめ、その他の関係機関・部局が興味をもっているため、それらの参加を求めながら実施するのが技術移転等のために望ましい。

(7) 橋梁補修計画・概略設計

橋梁の補修は橋梁の最小幅員、許容載荷重、損傷の程度、必要橋長、桁下空間、迂回路の有無等を総合的に評価して計画される。なおここで述べる補修は橋梁上部工の架替え、上・

下部工、基礎工の補強（Strengthening）・補修及び洗掘防止工等が主となる。SSAL（基準耐荷力以下）と判定されている橋梁の補強計画も含めたものとし、補強のレベル（耐荷力の向上）はマ側との協議による。

詳細調査・補修計画に基づいて橋梁補修概略設計を実施する。概略設計は橋梁の上・下部工の補強・補修、そして橋梁基礎の浸食防止等の河川構造物まで含むものとする。概略設計の主な内容は次のようになる。

- 1) 補修計画の立案
- 2) 補修工法の比較検討
- 3) 補修設計
- 4) 施工計画
- 5) 概略数量の算出

(8) 積 算

積算の基準となる標準単価の設定はマレーシアの積算基準に従って行う。ただし、橋梁の補修事例は必ずしも多くはなく、単価設定の標準化もされていないので、橋梁建設の標準単価、過去または現在進行中の橋梁補修の単価等のデータを収集のうえ、橋梁補修計画策定のための標準単価を設定する必要がある。標準単価を利用し、維持補修費用を算定し、それに技術管理費、用地補償費、予備費等を加味して事業費の算定を行う。

しかしながら、マレーシア側から特別要請が出されている長大橋の補修計画については個別的条件によって補修費用に相当な差が生じるおそれがあり、またマ側はそれらの橋梁については本調査の成果を利用して早急に改修に着手したい意向であり、地域特性、マレーシアの建設業者の技術水準等を考慮するとともに実際の発注を念頭に入れた補修計画・積算内容とする必要がある。

(9) 経済評価

本格調査の経済調査の目的は、1) 経済的観点からの優先性を橋梁維持修繕プログラムの中に反映させること、2) 具体的な橋梁修繕計画の有効性に対する判断基準の一つとしての経済指標を与えること、である。

経済分析のための重要データは経済動向、交通予測、迂回距離等である。経済動向分析のために必要な人口、GDP、雇用、所得分布等の基準資料は各関係機関から出版物となっており、利用できる。各地域の開発計画等は連邦 EPU 及び州 EPU から入手できる。

本格調査時に新たに交通調査をする必要はない。必要な交通資料は毎年運輸省及び公共事業省道路計画局の交通調査資料で十分得られる。交通需要予測も過去の交通量の伸び、経済動向、地域開発計画等を解析することにより、必要な精度の予測は得られよう。

経済評価は費用／便益の計算から、1) 内部収益率（IRR）、2) 現在価値（NPV）、3) 費

用便益比(B/C)、の諸指標を求めるものとする。橋梁維持修繕の便益については「WITH」と「WITHOUT」のケースを想定し算定する。なお、特別要請のある長大橋を除いては橋梁維持修繕プログラムの優先性の決定要素の一つとして資することが主目的であるので、プロジェクトライフの設定を含めて簡易な手法を設定して行うものとする。

橋梁の耐用年数またはライフサイクルについては世銀の資金協力を受けて実施されるBMS(Bridge Maintenance System)の中で調査・設定されるので、本調査では単に経済評価に使用するための耐用年数の設定が必要であるのみであり、橋梁の構造、交通量、車種、現在の損傷程度等をベースにマ側と協議のうえ、適度な耐用年数を設定する必要があるだろう。

(10) 維持修繕計画の作成

NALSのレーティング「3」、「4」及び「SSAL」の対象橋梁約250～300橋の維持修繕Programmeを作成するとともに、工程、資金計画、実施方法を含む本プロジェクトの実施計画を作成する。実施計画の中で本プロジェクトの実施機関及び管理体制に関しても提案する必要があるだろう。ただし、大幅な組織の改変を含む組織強化の調査は世銀「BMS」の中の調査項目となっており、本調査では必要がない。

(11) 橋梁点検、維持修繕マニュアルの作成

橋梁点検、維持修繕マニュアルの作成は本調査の主目的の一つである。マレーシアの現行設計規準、これまでの実績から考えると、BS(英国の規準)をベースにした橋梁点検、維持修繕マニュアルの作成になると思われる。ただし、PWD自身、英国とマレーシアの環境、法的規制、交通状況等の違いをよく認識しており、本調査の中で判明するであろうマレーシアの地域特性を考慮した橋梁点検、維持修繕マニュアルが求められる。

また、同マニュアルは東マレーシアを含めた全マレーシアの連邦道路橋及び州道路橋に適用されることになっているので、この点に留意した内容、及び適用規準とする必要がある。またサラワク州の場合は現在オーストラリアがコロンプランの中で作成した維持管理マニュアルが既にあり、その取扱いについては連邦PWD、サラワク州PWDと十分な協議を重ね、決定する必要があるだろう。

(12) 結論と勧告

結論と勧告として本調査の総合評価のとりまとめを行う。

(13) 最終報告書の作成

本調査の内容、結果等を取りまとめドラフト・ファイナルレポートを作成し、マレーシア政府に説明のうえ提出する。そしてマ側のコメントを受け、必要な修正を加えて最終報告書を作成する。

5-5 留意事項

(1) National Axle Load Study (全国幹線道路軸重調査)

1985年12月から開始された National Axle Load Study (NALS) の中で橋梁台帳の作成が行われており、現在 NALS は Phase II の段階にあり、1990年6～7月まで半島マレーシアの全連邦道路橋（一部国営農場等へのアクセス道路を除く）についてインベントリーを完成する予定である。本調査はこの橋梁台帳をベースに実施されるものであり、橋梁改修計画対象橋梁は NALS の中での 5 段階レーティング（健全度評価）のうち、評価「3」、「4」及び「SSAL（基準耐荷力以下の橋）」にランク付けされた橋梁約 250～300 橋である。

NALS はその中でマレーシアの設計規準の変容、設計図面の収集、損傷の程度・要因・交通荷重等に関するレポートを残しており、これらのレビューはマレーシアの橋梁の現況をつかむうえでベースとなるものであり、その成果を十分に利用すべきである。ただし、調査の目的が橋梁の維持修繕を目的として実施されたものではなく、健全度の評価に関しても客観的な評価規準に基づくものとはなっていないので、本調査でレーティングのレビュー及び規準の確立が必要となる。

NALS のコンピュータデータは自由に利用できるが、必要なデータ統計処理には既存プログラムを多少変更する必要がある。

(2) 世銀の資金協力による BMS (Bridge Management System)

公共事業局は世銀の資金協力を受けて BMS を策定中である。BMS は橋梁のデータベースシステム、ライフスパン等の維持修繕改修時期の予測システム、維持修繕の優先順位決定システムから成り、橋梁の維持修繕の予算計画・修繕プログラムを含むコンピュータを利用する総合的なシステムとして計画されている。

本調査は橋梁台帳作成を第 1 段階 (NALS で対応)、BMS の完成を最終段階とすれば、ちょうどその中間の段階にあたる維持修繕の実務レベルを担当するものと言え、その内容はマレーシアの現況に即し、かつ将来の発展レベルをにらんだ内容とすることが要求されよう。

(3) 特別要請詳細調査対象橋梁

事前調査の段階でマ側から詳細調査に含めるよう要請の出ている橋梁は現在 3 橋あり（第 5 章 5-2 (2) 参照）、調査過程でこれらの数は 5 橋程度になると思われる。いずれも長大橋であり、調査及び概略補修設計は実際の工事に対応できる精度が必要である。

マレーシアでは現在 NALS でレーティング「3」～「4」に総合評価された Vantoren 橋及び Kota 橋の補修設計を自己資金と自己技術で実施中であり、それに比べて日本側の調査・補修設計がどのようなものになるか注目されている。

(4) マ側との十分な協議

マレーシアの教育水準は他の開発途上国に比較して高く、また技術レベルも相当な水準に

達しており、マ側技術者は現地の状況に即した設計規準なりマニュアルを作成し、使用したいと希望している。このような状況を理解し、マ側技術者と十分な討議をし、現地の状況に即した橋梁修繕計画の作成及び各マニュアルの作成にあたる必要がある。

なお、討議・協議の結果は議事録として相互で確認しておくことが重要である。また、その他の重要事項も文書で確認しておくことが重要である。

(5) テクニカル・コミッティー及びステアリング・コミッティー

マレイシアのこの種のプロジェクトにはテクニカル・コミッティー及びステアリング・コミッティーが設立され、最終的な決定・承認を行う。本調査にも既に両コミッティーが設立されており、テクニカル・コミッティー（技術諮問委員会）の議長は公共事業局長があたり、ステアリング・コミッティー（運営委員会）の議長は EPU インフラ局長があたっている。

両コミッティーへの十分な説明は本調査の遂行には不可欠であり、その重要性を理解して調査を進める必要がある。

(6) サバ州、サラワク州への配置

本調査はサバ州及びサラワク州をカバーするが、両州政府は歴史的経緯の結果として連邦政府との間に極めて自治的要素を保っているため、両者の関係を理解のうえ調査を実施するとともに、両者の調整を十分図りながらマニュアルの作成をする必要がある。また、半島マレイシアと両州の間には道路・橋梁インフラの整備レベルに差があり、これらの段階を考慮して調査計画を立てる必要がある。

目視調査報告書もサバ州、サラワク州はそれぞれ別分冊として提出するよう、今回の調査で合意している。

(7) JICA 専門家の協力

公共事業省をはじめマレイシアの政府機関には多数の JICA 専門家が技術協力のため配属されており、これらの専門家からの情報とアドバイスは本調査のスムーズな実施のために非常に有効であると考えられるので、密接なコンタクトをしながら調査を実施するのが望ましい。

本調査に関係する部門に配属されている専門家の氏名と配属先（1990年3月現在）は以下のとおりである。

氏名	配属先
高橋 勉氏	公共事業局 (JKR) 維持管理部
霜上民生氏	公共事業省 (JKR) 道路計画局 (HPU)
佐藤道彦氏	公共事業省 (JKR) 道路計画局 (HPU)
海津 優氏	測量局
田尻輝久氏	灌漑排水局 (DID)
増田暁範氏	灌漑排水省 (DID)

(8) 効率的な調査

現地調査対象橋梁は東マレーシアを含めて全国にわたるので効率的な調査計画の作成を心がけるものとする。州道路の目視調査対象橋梁はスランゴール州、パハン州、ヌグリスンピラン州と半島マレーシアの西海岸に偏っている。州道路の目視調査の主目的が地域状況を橋梁点検、維持修繕マニュアルに反映させるということを考慮し、連邦道路橋の目視調査の過程で東海岸の州道路の地域特性も概略つかんでおく必要がある。

(9) 詳細調査の仮設足場

本調査の中には長大橋の詳細調査が4～5橋含まれており、いずれも河川橋である。

しかるに、マレーシアの気候は雨期はもとより乾期でも相当量の雨が降り、河川の水位変動も大きく詳細調査のための仮設足場の組立てには留意を要する。

調査地域の水文・気象状況、足場工の費用、調査期間、安全性、マ側の将来への転用等を考慮すると、「橋梁点検車輛」の使用は不可欠と考えられる。

(10) 非破壊試験

NALS及びその他のプロジェクトを通じてマレーシア側には非破壊試験の経験があるが、シュミットハンマーによるコンクリートの強度試験を除いては、あまり良い結果が出ておらず、本調査にあたってはこれらの点に留意し十分な成果の得られる試験器具・試験内容の組合せ及び技術者の配置に留意した調査計画を立てる必要がある。

非破壊試験器のうち、JICA専門家が供与した下記の携行機材は無料で使用できる。

- 1) 鋼材腐食度モニター MINI-091-0 (マルイ製)
- 2) 超音波厚さ計 UDM-550 (帝通電子研究所製)
- 3) 超音波探傷計 UDM-308 (帝通電子研究所製)
- 4) 超音波試験器用鋼材標準試験片

(11) 載荷試験

載荷試験の実施は一時交通を遮断して実施する必要があるので、各関係機関との十分な調整が必要である。

また、載荷試験はマレーシアでは初めてであり、公共事業局の試験所をはじめ多くの技術者が興味をもっており、技術移転の意味も含めて、なるべく多くの技術者が調査に参加できるよう計画することが望ましい。

(12) 既存の橋梁の設計図

既存の橋梁のうち、設計図面が残っているのは約3分の1にすぎない。したがって、橋梁基礎の評価や基礎の支持力の評価には留意を要する。基礎形式の推定は類似橋梁、建設年度、地形・地質調査、構造解析、関係者へのヒアリング、橋梁の現況等から総合的に判断する必要がある。

(13) 詳細調査時期

マレーシアの雨期は半島マレーシアの西海岸と東海岸、サラワク州、サバ州のコタキナバル側とサングカン側ではそれぞれ時期、雨量とも異なっており、特に下部工の調査が重要な橋梁は、その洪水期に留意して調査計画・内容を決める必要がある。特にサルタン・ヤヤト・プトラ橋のあるケラントン州ケラントン川は乾期と雨期の水位差が10m以上あり留意を要する。図5-4にマレーシア各地域の月平均雨量を示す。

(14) 現地技術者の活用

技術移転を含めてマレーシアの技術者の十分な活用を図るのが望ましい。マレーシアのコンサルタントのうち、本格調査に協力できる経験・能力をもっているコンサルタントはNALSに参加したMINCOを含め、以下の3社がある。

- 1) MINCO (Malaysia International Consultant)
- 2) JKC (Jurutera Consultant)
- 3) SSP (Setia Sepakat Perunding)

(15) 公共事業省のコンピュータ導入状況

マレーシアではコンピュータが非常に普及しており、PWDにもコンピュータールームがあり、IBMの汎用コンピュータ(MAIN FRAME)及びミニコンピュータ(PRIME)が入っており、線形計算、積算、予算管理、給料計算、及び各種データベースとして使用されている。ただし、橋梁設計に関してはコンピュータの導入はまだ検討段階である。

HPUにもミニコンピュータが入っており、NALSの時もこのコンピュータがメインとして使用され、同調査データもこのミニコンの中に入っている。

その他、各エンジニアの部屋にはマイコンやパソコンがあり、よく利用されている。すべてのコンピュータはIBMの互換機種(NECを含めて)となっている。ただし、PWD全体を統合するようなコンピュータシステムとはなっておらず、ワークステーションも一部だけのものにすぎない。

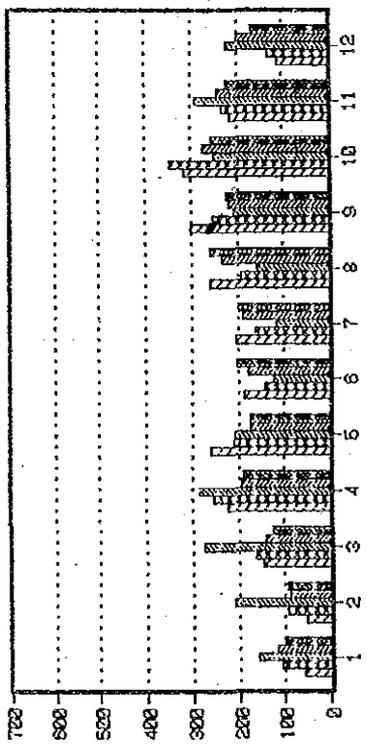
なお、BMSのシステム構築にあたってはマイコンが使用され、ソフトは「DBASE-IV」が予定されている。

マレーシアはコンピュータのリース(レンタル)制度が発展しており、かつ日本のコンピュータシステムとは異なるので、本調査に必要なコンピュータは現地で調達するのが望ましい。また、NALSのデータベースの効率的な利用のために、既存プログラムの一部変更が必要と思われるが、既存システムに精通している現地のシステムエンジニアの利用が望ましい。

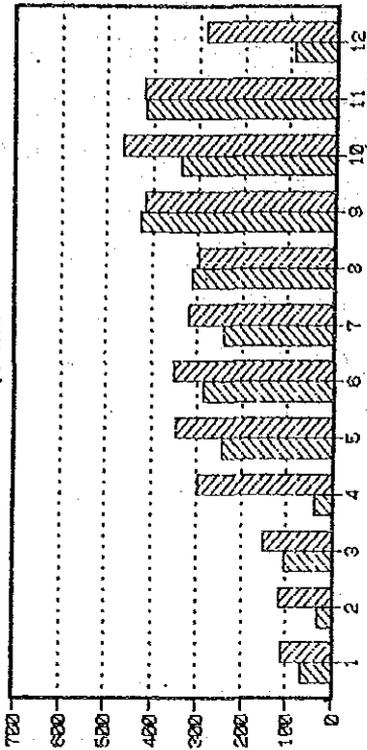
(16) 技術移転

本調査の主目的の一つに現地技術者への技術移転がある。マレーシアの技術者の多くは海外留学や研修を受けた者が多く、実務の経験は浅いものの、その能力、技術移転を受け入れ

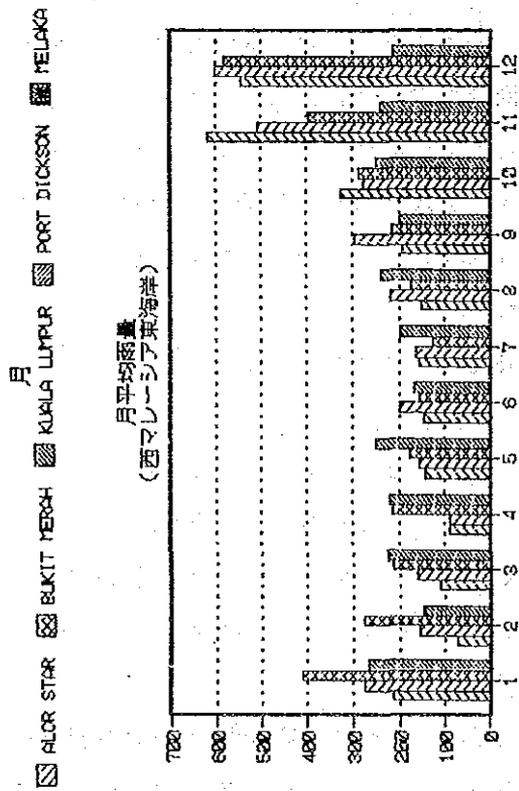
月平均雨量
(西マレーシア西海岸)



月平均雨量
(SARAWAH)



月平均雨量
(西マレーシア東海岸)



月平均雨量
(SARAWAK)

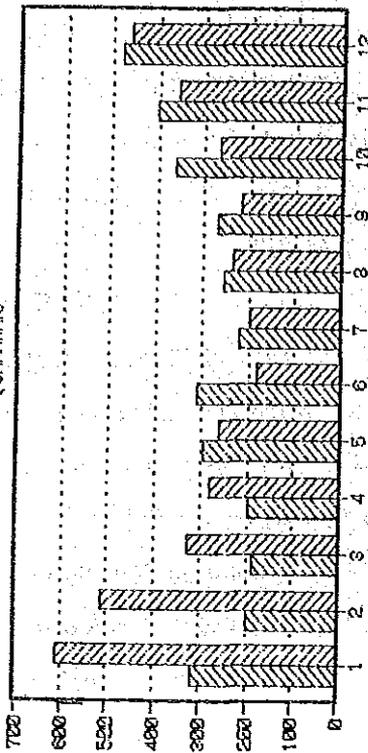


図 5 - 4 月平均雨量

る素地は高く、また現地側の要望も強い。

特に、橋梁の非破壊試験、載荷試験等に関する現地側の興味は強く、試験実施時に参加を求めたりセミナーを開く等の方法で十分な技術移転に留意した調査計画・内容とする必要がある。

