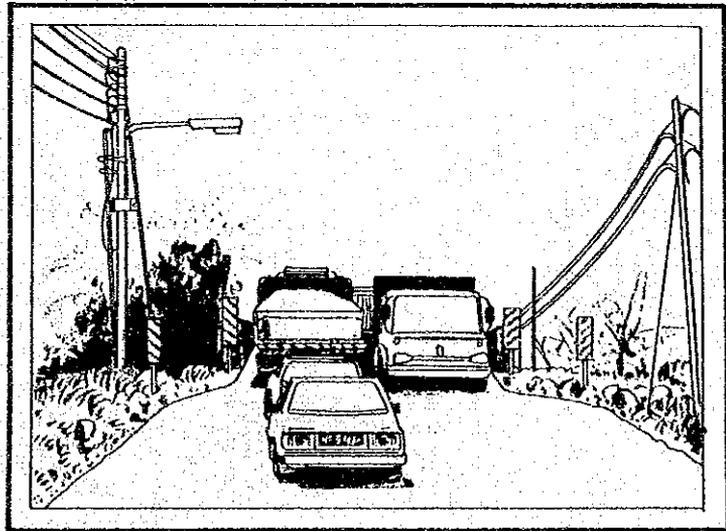


Table 14-4 Summary of Cost Estimate for All Study Bridges (2)

No.	Key	State	Year Built	Max. Span (m)	No of Spans	Bridge Length (m)	Type of Bridge	Rehabilitation Plans				Direct Cost (M\$)	Project Cost (M\$)	Remarks
								Reconstruct	Widening	Reinforcement	Protection			
112	00700230	Perlis	1950	6.63	1	6.63	SBB				0	0	Bridge has been replaced	
113	00800330	Pahang	1950	3.47	1	3.47	SBB				56,847	61,903		
114	00800350	Pahang	1950	9.04	2	18.08	SBB				133,607	224,460		
115	00800390	Pahang	1952	5.47	2	10.94	SBB				152,865	256,813		
116	00810120	Pahang	1950	6.90	1	6.90	SBB				50,191	84,321		
117	00813470	Pahang	1960	11.67	1	11.67	PRB				106,163	176,354		
118	00818060	Pahang	1980	30.49	1	30.49	PCB				0	0	No defect detected	
119	00822340	Kelantan	1982	31.13	3	90.91	PCB				224,824	377,704		
120	00834850	Kelantan	1960	4.63	3	13.71	RCS				354,175	561,414	Included in detailed survey	
121	00844950	Kelantan	1960	3.34	1	3.34	RCS				49,807	83,676		
122	00856900	Kelantan	1960	6.69	2	12.02	RCB				47,843	80,585		
123	00858100	Kelantan	1941	4.48	2	9.72	RCS				238,665	400,937		
124	00901960	N.Sembilan	1960	3.74	1	3.74	RCS				44,238	74,320		
125	00901420	N.Sembilan	1950	3.24	1	3.24	SBB				89,512	150,360		
126	00901700	N.Sembilan	1950	3.63	1	3.63	SBB				38,676	64,979		
127	00901960	N.Sembilan	1950	9.07	2	18.14	SBB				182,113	305,950		
128	00902270	N.Sembilan	1950	3.11	1	3.11	SBB				36,635	61,547		
129	00902360	N.Sembilan	1950	3.11	1	3.11	SBB				82,961	139,374		
130	00902430	N.Sembilan	1950	3.10	1	3.10	SBB				61,829	103,673		
131	00902440	N.Sembilan	1950	3.10	1	3.10	SBB				46,176	77,576		
132	00904330	N.Sembilan	1950	7.77	1	7.77	SBB				52,984	88,960		
133	00906190	N.Sembilan	1950	9.54	1	9.54	SBB				61,149	102,730		
134	00907010	N.Sembilan	1930	6.36	1	6.36	SBB				48,659	81,747		
135	00908400	N.Sembilan	1935	10.70	5	36.70	SBE				197,813	332,326		
136	00911990	Pahang	1951	10.77	4	32.96	SBB				166,462	279,656		
137	01105770	N.Sembilan	1970	6.18	3	18.32	PRB				48,745	81,692		
138	01800060	Perak	1960	3.68	1	3.68	RCS				61,034	104,133		
139	01800670	Perak	1950	4.78	1	4.78	SBC				180,286	235,680		
140	02308040	Jobor	1950	6.29	2	12.28	SBB				69,445	116,668		
141	02308970	Jobor	1950	3.68	2	7.60	RCS				70,879	119,077		
142	05001070	Jobor	1919	4.77	1	4.77	SBB				76,328	128,231	Included in detailed survey	
143	05001890	Jobor	1950	3.05	1	3.05	SBB				70,316	118,121		
144	05002590	Jobor	1940	4.75	1	4.75	SBB				63,368	106,450		
145	05100340	N.Sembilan	1950	9.41	1	9.41	SBB				0	0	Bridge has been replaced	
146	05101360	N.Sembilan	1940	3.31	1	3.31	SBB				51,367	86,297		
147	05101460	N.Sembilan	1950	3.26	1	3.26	SBB				48,315	81,169		
148	05102060	N.Sembilan	1950	4.74	1	4.74	SBB				53,697	90,211		
149	05102250	N.Sembilan	1960	4.61	1	4.61	SBB				42,116	70,758		
150	05102380	N.Sembilan	1960	3.21	1	3.21	SBB				36,574	64,504	Replacement of superstructure	
151	05102670	N.Sembilan	1950	3.21	1	3.21	SBB				81,470	136,879		
152	05103030	N.Sembilan	1950	3.79	1	3.79	SBB				42,514	71,424		
153	05103360	N.Sembilan	1956	9.62	2	16.08	SBB				94,362	158,328		
154	05200280	N.Sembilan	1932	4.66	1	4.66	SBB				77,869	130,820		
155	05202450	Selangor	1955	12.11	1	12.11	RCB				33,110	55,625		
156	05203510	Selangor	1950	1.60	2	3.20	BOX				2,868	4,717		
157	05204870	Selangor	1964	18.24	3	54.50	SBC				177,859	298,620		
158	05300470	N.Sembilan	1950	9.35	1	9.35	SBB				114,593	192,516		
159	05300960	N.Sembilan	1950	6.27	1	6.27	SBB				60,139	101,034		
160	05301190	N.Sembilan	1950	4.84	1	4.84	SBB				0	0	Bridge has been replaced	
161	05302050	N.Sembilan	1950	8.45	1	8.45	SBB				69,120	116,122		
162	05302160	N.Sembilan	1950	6.31	1	6.31	SBB				58,390	98,985		
163	05302340	N.Sembilan	1940	6.70	1	6.70	SBB				91,943	154,464		
164	05403460	Selangor	1950	6.56	1	6.56	RCS				43,206	72,586		
165	05403570	Selangor	1960	3.05	1	3.05	BOX				182,838	307,168		
166	05601510	Perak	1950	5.60	1	5.60	SBB				47,899	80,470		
167	05601620	Perak	1950	3.67	1	3.67	SBB				69,077	116,049		
168	05603340	Perak	1950	4.97	1	4.97	SBB				65,160	109,435	Included in detailed survey	
169	05601000	Perak	1950	4.88	1	4.88	SBC				30,941	51,981		
170	05901070	Perak	1950	4.71	1	4.71	SBC				41,341	69,453		
171	05901460	Perak	1950	1.95	2	3.90	SBC				86,229	144,665		
172	05901580	Perak	1950	7.63	1	7.63	SBC				25,859	43,494		
173	05901690	Perak	1950	9.53	1	9.53	SBC				73,646	123,725		
174	05902030	Perak	1950	3.56	1	3.56	SBC				23,220	39,010		
175	05902230	Perak	1950	8.21	1	8.21	SBC				32,430	54,482		
176	05902690	Perak	1950	6.80	1	6.80	SBC				25,289	42,486		
177	05902920	Perak	1950	8.77	1	8.77	SBC				66,158	111,145		
178	05903120	Perak	1950	10.88	3	32.18	SBC				231,883	423,163	Included in detailed survey	
179	05905010	Pahang	1961	30.74	4	122.36	PCB				171,852	286,711		
180	05905290	Pahang	1930	6.05	1	6.05	SBB				55,030	92,450		
181	05906010	Pahang	1930	6.35	1	6.35	SBB				32,437	58,128		
182	06000970	Perak	1930	3.14	1	3.14	SBE				132,117	221,957	Total replacement	
183	06001330	Perak	1960	5.02	1	5.02	RCB				26,402	44,355		
184	06005070	Perak	1950	7.20	4	27.14	SBC				29,966	50,343		
185	06005220	Perak	1960	7.01	1	7.01	RCB				10,564	17,746		
186	06005740	Perak	1960	5.80	3	21.95	RCB				22,559	37,899		
187	06006050	Perak	1950	5.08	1	5.08	SBB				73,953	124,241		
188	06403100	Pahang	1930	12.31	1	12.31	SBB				73,643	123,720		
189	06403900	Pahang	1930	11.91	1	11.91	SBB				67,077	112,605		
190	06404170	Pahang	1930	10.91	1	10.91	SBB				63,637	106,910		
191	06404940	Pahang	1930	6.21	1	6.21	SBB				103,266	173,487		
192	06405650	Pahang	1930	6.31	1	6.31	SBB				46,001	80,642		
193	06406260	Pahang	1930	4.80	1	4.80	SBB				108,272	181,877		
194	06701200	Kedah	1950	6.05	1	6.05	RCB				2,284	3,837		
195	06701230	Kedah	1940	6.13	2	12.26	RCB				34,137	57,350		
196	06701690	Kedah	1968	30.64	3	91.52	PCB				167,911	282,090		
197	06702060	Kedah	1950	7.16	1	7.16	SBE				45,049	75,682		
198	07000230	Perak	1950	5.88	1	5.88	SBB				92,381	155,200		
199	07001790	Perak	1970	14.80	3	44.56	IT				125,255	210,428		
200	07002480	Perak	1950	3.88	1	3.88	SBB				77,369	129,980		
201	07602330	Perak	1950	6.35	1	6.35	SBB				46,947	78,871		
202	07602460	Perak	1950	5.34	1	5.34	SBB				67,671	113,687		
203	07604020	Perak	1950	6.35	1	6.35	SBB				124,277	208,785		
204	07604160	Perak	1950	3.23	1	3.23	SBB				39,556	100,054		
205	07604150	Perak	1950	9.34	1	9.34	SBB				66,361	111,822		
206	07606390	Perak	1950	3.07	1	3.07	SBB				37,591	63,153		
207	08601000	N.Sembilan	1950	9.62	1	9.62	SBB				87,464	146,940		
208	08601190	N.Sembilan	1950	4.64	1	4.64	SBB				47,465	79,741		
209	08601410	N.Sembilan	1950	3.68	1	3.68	SBB				0	0	Bridge has been replaced	
210	08601830	N.Sembilan	1950	3.75	1	3.75	SBB				44,293	74,412		
211	08602160	N.Sembilan	1950	3.70	1	3.70	SBB				39,783	66,835		
212	08602500	N.Sembilan	1950	3.00	1	3.00	SBB				158,868	266,896	Replacement of superstructure	
213	08602840	N.Sembilan	1960	3.08	1	3.08	RCB				0	0	Bridge has been replaced	
214	08603735	N.Sembilan	1950	4.86	2	9.72	SBB				295,995	497,272	Total replacement	
215	08603990	N.Sembilan	1930	9.62	1	9.62	SBB				61,442	103,223		
216	08604640	N.Sembilan	1950	9.51	1	9.51	SBB				132,966	223,383		
Total Amount											34,612,065	58,146,266		

第 1 5 章

經 濟 評 價



15.1 概 要

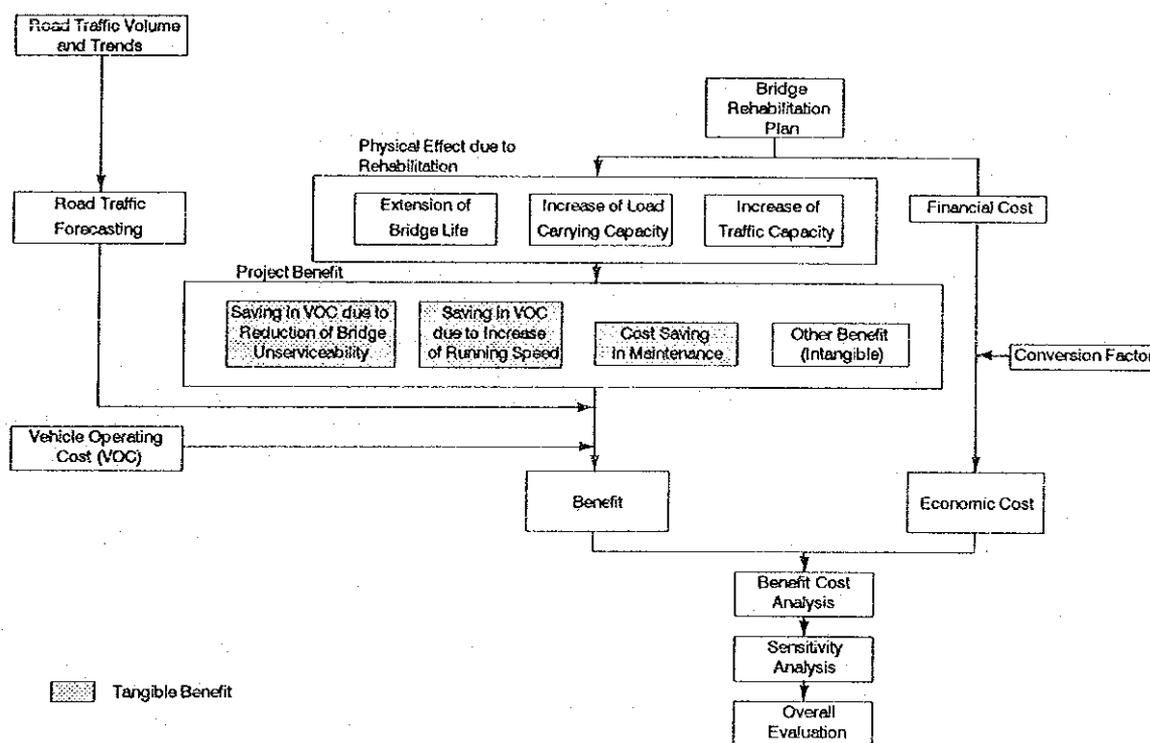
経済評価の目的は調査対象216橋の内、調査開始後に架換えられた11橋及び修繕の不要な2橋を除く203橋について、修繕計画の経済的妥当性を検証すると共に、着工優先順位の検討に資することである。

本経済評価の手法策定の基本方針は以下の通りである。

- ・対象橋梁数が多いこと及び1橋あたりの修繕費用も比較的小さいことを考慮して、簡略な経済評価手法を確立する。
- ・将来交通量は既存の実測データを有効活用して予測する。
- ・将来の交通状況の変化に対して、今後JKR独自で経済評価結果の見直しが容易に実施できるようにする。

以上の基本方針を踏まえ、図15-1に示す経済評価の手法を策定した。

Figure 15-1 Flowchart of Economic Evaluation



- 1)各橋梁に対応した交通センサス観測地点を選定する。
- 2)交通センサス資料に示される交通量の伸び率を適用し、将来交通量を予測する。
- 3)各橋梁に対して、立案された修繕工法から期待される便益項目をまとめる。
- 4)各便益項目を定量化するための評価モデルを作成する。
- 5)将来交通量、自動車運行費用を用いて経済的便益を算定する。
- 6)財務費用を経済費用に変換する。
- 7)費用便益分析により経済評価指標を算出する。
- 8)感度分析により経済評価指標の安定性を確認する。
- 9)間接的な便益も考慮して、プロジェクトの妥当性を総合的に判断する。

15.2 将来交通量の予測

一般的に適用可能と考えられる将来交通量の予測手法は以下の3手法である。

- ・4段階推定法
- ・経済指標をパラメータとする予測手法
- ・トレンド法

本調査対象橋梁は全国的に分散しているため、交通量も全国的規模で予測する必要がある。この背景をふまえると、4段階推定法や経済指標をパラメータとする予測手法は、計算作業量の多さに比べ、架橋地点の将来交通量の精度は相対的に低い結果となり効果的でない。しかし、マレーシアには半島部だけでも450地点以上の交通量観測地点の過去10年以上にわたる交通量に関する資料が刊行されており、これを利用することにより、上記2手法に比べ簡便で精度を有する予測が可能である。従って、既存の交通量観測資料に基づいたトレンド法を採用する。

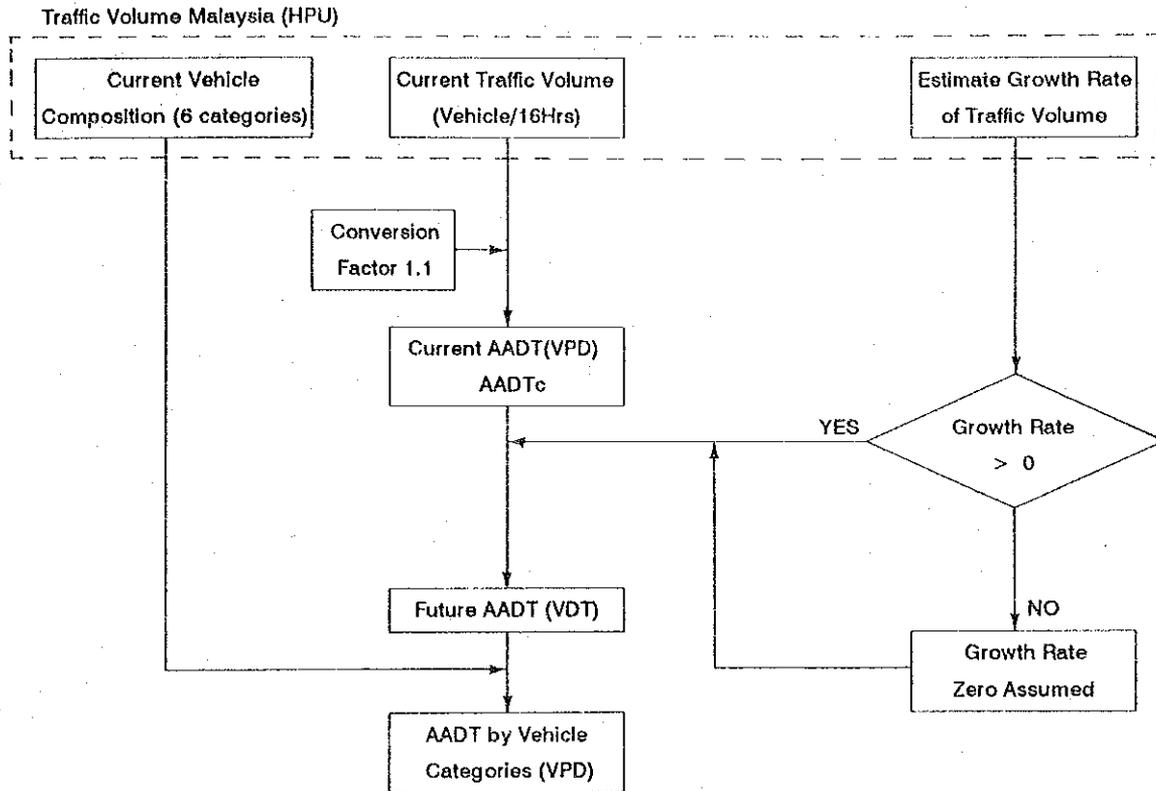
トレンド法による将来交通量の予測の流れを図15-2に示すとともに、予測手順を概説する。

- 1)各調査対象橋梁に対応する交通量観測地点の選定を行う。
- 2)各橋梁の車種別16時間交通量、伸び率を決定する。
- 3)16時間交通量を日交通量に変換する。
- 4)マイナス伸び率の橋梁地点について、伸び率を0とする。
- 5)伸び率を用いて将来交通量を計算する。

6)現在の車種別構成率を用いて、将来日交通量から将来車種別日交通量を算出する。

本調査では"Traffic Volume Malaysia 1989" (HPU, 1989)のデータを利用した。各橋梁の将来交通量の予測に用いた資料を第3巻、Appendix-Sに示す。

Figure 15-2 Flow of Traffic Projection



15.3 経済費用

(1)費用項目

本調査で考慮すべき費用項目は、以下の二つである。

修繕費用 : 橋梁の耐久性を向上し、橋梁機能の拡大を目的とする投資費用

維持費用 : 修繕工事完成後、橋梁のサービス水準の維持を目的とする投資費用

(2)経済費用への変換

プロジェクトの経済費用は、通常、財務費用から税、補助金等を調整し、必要に応じて費用の一部にシャドープライスを用いて計算される。マレーシアでは、このプロセスを標準化するために、総理府経済企画庁より財務費用から経済費用への変換係数が刊行されている。本調査でも、これを利用して経済費用に変換する。

変換係数を用いて、経済費用は次式により算定される。

$$\text{経済費用 (EC)} = \text{変換係数 (CF)} \times \text{財務費用 (FC)}$$

“National Parameter for Project Appraisal”(1984, EPU)には、橋梁修繕対策工に直接適用可能な変換係数は示されていない。従って、下記の工種の変換係数の平均値を本調査における財務費用から経済費用への変換係数とする。

鉄筋コンクリート杭打工	0.78
掘削、盛土工	0.80
道路舗装工	0.87
コンクリート工	0.77
鋼構造工	0.78
平均値	0.80

(3) 経済費用

1991年価格による全調査対象橋梁の修繕費用を、以下のように財務費用から経済費用に変換する。

プロジェクト費用 (財務価格) :	58,148,267 マレイシア・リンギット
変換係数 :	0.80
プロジェクト費用 (経済費用) :	46,518,614 マレイシア・リンギット

維持費用は橋梁の位置する地域の自然条件、社会経済条件により異なる。マレイシアにおける標準的な維持費用の資料は存在しないため、OECD各国における調査事例をもとに設定する。OECD各国における年間の維持費用の支出額は、新設費用の0.1~2.0%の範囲にある。従って、本調査では維持費用として、年間に新設費用の1%が支出されるものと仮定する。ただし、1991年価格による標準的な橋梁新設単価は橋面積1m²あたりM\$2,500 (マレイシア・リンギット、財務価格) とする。

本調査では橋梁修繕後の維持費用を以下のように仮定する。

1) 架換え、拡幅	5年間に修繕費用の2.5% (0.5%/年)
2) 補強	5年間に修繕費用の5.0% (1.0%/年)
3) 補修	5年間に修繕費用の10.0% (2.0%/年)

これらの維持費用についても変換係数を用いて経済費用に変換する。

15.4 便益の計測

15.4.1 橋梁修繕による便益

橋梁修繕対策の実施によって発生する便益は、

- 利用者便益 : 橋梁修繕対策の実施による利便性の向上が橋梁の利用者や周辺の住民に直接与える便益
- 社会的便益 : 社会の安定や居住環境の改善などの間接的な社会便益
- 供給者便益 : 交通施設の供給者、管理者が得る維持費用の節約などの便益

以下、それぞれの便益について、定量化可能な便益と不能な便益に分けて検討する。

(1) 利用者便益

・計測可能な便益

橋梁修繕対策の実施による利用者便益は、主に橋梁を走行する自動車の運行費用の節約として発生する。具体的には以下の項目について便益の計測が可能である。

1) 橋梁の交通障害発生期間の減少による自動車運行費用の節約

橋梁の耐久性向上に伴い、交通障害の発生する日数が減少し（つまり、橋梁の残存耐用年数が延長する。）、交通障害発生時の迂回ルート通行に伴う自動車運行費用の支出が節約される。

2) 橋梁部通行速度の上昇による自動車運行費用の節約

橋梁の拡幅により架橋位置での自動車の走行速度の低下が回避されることにより、自動車運行費用が節約される。

・計測不能な便益

1) 交通事故の減少

橋梁の拡幅は歩車道分離を可能とする。この結果、交通事故の減少が期待できるが、この便益の定量化は困難である。

2) 道路交通の信頼性の向上

橋梁のサービス水準の向上は到着時間の遅れを減少し、待ち時間の減少などの便益をもたらす。しかし、これらの便益の定量化は困難である。

(2) 社会的便益と供給者便益

・計測可能な便益

1) 維持費用の節約

橋梁修繕対策の実施により、橋梁管理者の維持費用の節約が期待できる。修繕対策を実施した場合と実施しない場合との維持費用の差が便益として計測される。

・計測不能な便益

1) 公共施設へのアクセス

学校、病院、レクリエーション施設及び他の社会施設などの公共施設は、都市部に比べ地方部では少ない。もしも橋梁で交通障害が発生すると、橋の反対側の住民は、これらの公共施設へのアクセスを失う。

2) 社会環境の改善

橋梁で交通障害が発生すると、軍隊、警察が犯罪分子を捕らえることが困難となる。橋梁の修繕対策は、これらの政府当局の円滑な移動性を確保し、平和と安全を含めて社会環境の向上を促進する。

3) 市場へのアクセス

橋梁で交通障害が発生すると、その反対側の住民は、農産物を出荷したり、日用品や生産原料の購入が困難となる可能性がある。

4) 地域開発計画への貢献

地方部の生活水準の向上を図り、生産を拡大するために地域開発が実施される。橋梁で交通障害が発生すると、これらの開発計画により期待される便益が減少する恐れがある。

15.4.2 橋梁の寿命と交通障害発生確率分布モデル

橋梁の交通障害の発生日数減少による便益を定量化するために、橋梁の交通障害発生確率分布モデルを導入する。

(1) 橋梁の寿命

新たに建設された橋梁の耐用年数（橋梁の寿命）は、例えば日本では50年を想定するように、40～80年とするのが一般的である。これは、減価償却や税金の算定にあわせて設定されたものであり、橋梁が適切に管理されていれば、物理的な寿命は50年より長いものと考えられる。しかし、交通量の増大による橋梁の幅員、耐荷力の不足及び他の社会的要因によっても交通障害が発生する。従って、本調査では統計的に見て半数の橋梁に交通障害が発生する年限を橋梁の寿命と定義する。

(2) 橋梁の交通障害発生確率分布モデル

橋梁の寿命に関して統計的な解析を行った事例がマレイシア国内には存在しないため、日本国内の調査事例を準用する。“橋梁寿命の統計的解析”(飯塚, 1988, 日本土木学会)では新潟県内の4,377橋を対象として、信頼性理論を適用して信頼性関数R(t)を導いた。

R(t)を用いると不信頼性関数F(t)は、 $F(t)=1-R(t)$ と表される。従って、橋梁の交通障害発生確率密度関数f(t)は、

$$f(t) = dF(t)/dt = -dR(t)/dt \quad \text{となる。}$$

図15-3に示されるR(t)からf(t)が算出される。図15-4に示すように、交通障害発生確率密度関数f(t)は平均値50年、標準偏差16.7年の正規分布曲線で近似できる。従って、本調査では橋梁の寿命を50年と仮定し、新設橋梁の交通障害発生確率密度関数を次式により表す。

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\delta} e^{-(t-m)^2/2\delta^2} = N[m, \delta^2] = N[50, 16.7^2]$$

新設橋梁の不信頼性関数F(t)は、交通障害発生確率密度の累計確率として、次のように表される。

$$F(t) = \int_0^t f(t) dt$$

Figure 15-3 A Example of Reliability Function R(t) in Japan

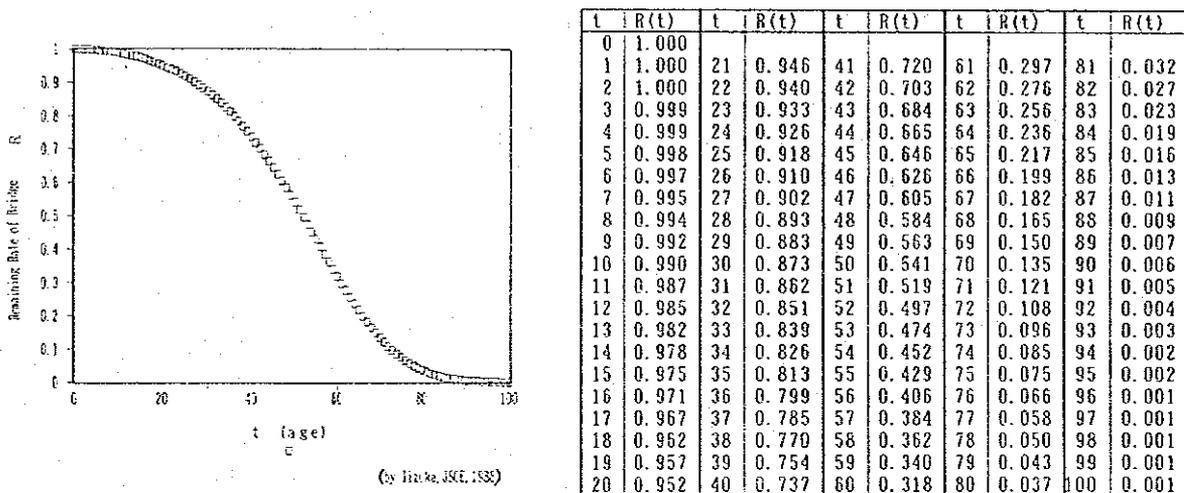
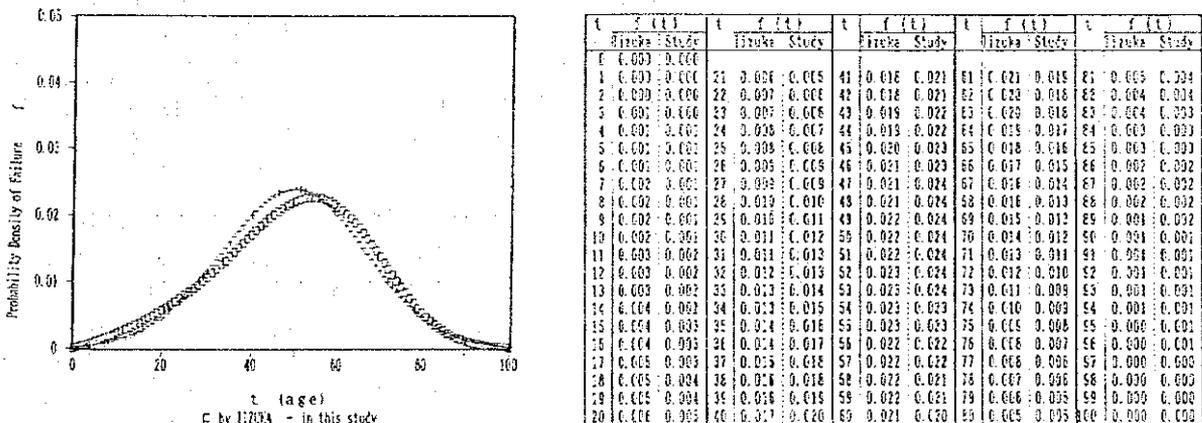


Figure 15-4 Probability Density of Bridge Unserviceability



(3) 修繕後の交通障害発生確率モデル

修繕対策による便益を定量化するために、修繕対策後の橋梁の交通障害発生確率密度関数を仮定する。

・保護対策

保護対策は設計耐荷性能を維持し、道路利用者の安全を確保するうえで必要な工事と定義できる。この効果は技術的な評価に基づき、保護対策が完了した時点での橋梁の交通障害発生確率を5年間にわたり維持するものと仮定する。

新設橋梁の交通障害発生確率密度関数 $f_0(t)$ は

$$f_0(t) = N[m, \sigma^2] = N[50, 16.7^2]$$

橋齢 n (年)の橋梁は、過去 n 年間にわたり交通障害発生の可能性があるにもかかわらず、現在でも供用されていることから、交通障害発生確率密度関数を次のように修正する。

$$f_1(t) = k_1 \cdot f_0(t) \quad (t > n)$$

$$\text{ここに、} k_1 = 1 / (1.0 - F_0(t < n))$$

$$F_0(t < n) = \int_0^n f_0(t) dt$$

保護対策の効果は橋梁の耐久性を5年間延長させるものと仮定する。この結果、保護対策完了後の交通障害発生確率密度関数 $f_2(t)$ は

$$f_2(t) = k_2 \cdot f_1(n) \quad (n < t < n+5)$$

$$f_2(t) = k_2 \cdot f_1(t-5) \quad (t > n+5)$$

$$\text{ここに、} k_2 = 1 / (5 \cdot f_1(n) + F_1(t > n))$$

$$F_1(t > n) = \int_n^{\infty} f_1(t) dt$$

・補強対策

補強対策は耐荷力を向上させるために橋梁の強化を図る工事と定義できる。橋梁の補強対策により期待される効果は、橋梁の耐久性向上、橋梁寿命の延長である。本調査では以下のように仮定する。

・保護対策と同じように橋梁補強時点での交通障害発生確率を5年間維持するものと仮定する。

・補強対策により橋梁の耐荷力は20%向上するものと仮定する。従って、交通障害発生確率は80%に低減する。

補強対策を行った橋梁の交通障害発生確率密度関数 $f_3(t)$ は

$$f_3(t) = N[m, \sigma^2] = N[50, 20.9^2]$$

$f_3(t)$ に対する不信頼性関数 $F_3(t)$ は

$$F_3(t) = \int_0^t f_3(t) dt$$

補強対策後の新たな橋齢 n_3 を導入する。

$$F_3(n_3) = F_0(n)$$

つまり、補強対策により橋梁は $(n-n_3)$ 年だけ若返る。補強対策実施後の橋梁の交通障害発生確率密度関数 $f_4(t)$ は

$$\begin{aligned} f_4(t) &= k_4 \cdot f_3(n_3) && (n \leq t < n+5) \\ f_4(t) &= k_4 \cdot f_3(t-5-(n-n_3)) && (n+5 \leq t) \end{aligned}$$

$$\text{ここに、} \quad k_4 = 1 / (5 \cdot f_3(n_3) + F_3(t > n_3))$$

・架換え対策

架換え対策により、橋齢は0に復帰する。従って、架換え後の橋梁の交通障害発生確率密度関数 $f_5(t)$ は、

$$f_5(t) = f_0(t-n) = N[50+n, 16.7^2]$$

橋齢20, 30, 40, 45年の橋梁に対する交通障害発生確率密度分布図上での修繕対策の効果を図式的に図15-5に示す。

15.4.3 自動車運行費用

自動車運行費用は道路利用者の便益を計算する上で重要である。自動車運行費用は、1)走行距離に比例する走行費用、2)走行時間に比例する時間費用から構成される。全国軸重調査でマレイシアにおける自動車運行費用モデルが開発されており、本調査ではこのモデル(Econom V5.1)を用いて、以下の修正を加えるものとする。

1)1991年価格への修正

部門別消費者物価指数を用いて1991年価格に修正する。

2)大型車の走行費用

全国軸重調査では3軸貨物車と4軸貨物車の運行費用を別個に算定しているが、交通量観測データはこの分類を行っていない。従って、本調査では車種構成を3軸車85%、4軸車15%と仮定し、大型車の運行費用はその平均値として算定する。

Figure 15-5 Probability Density of Bridge Unserviceability after Rehabilitation

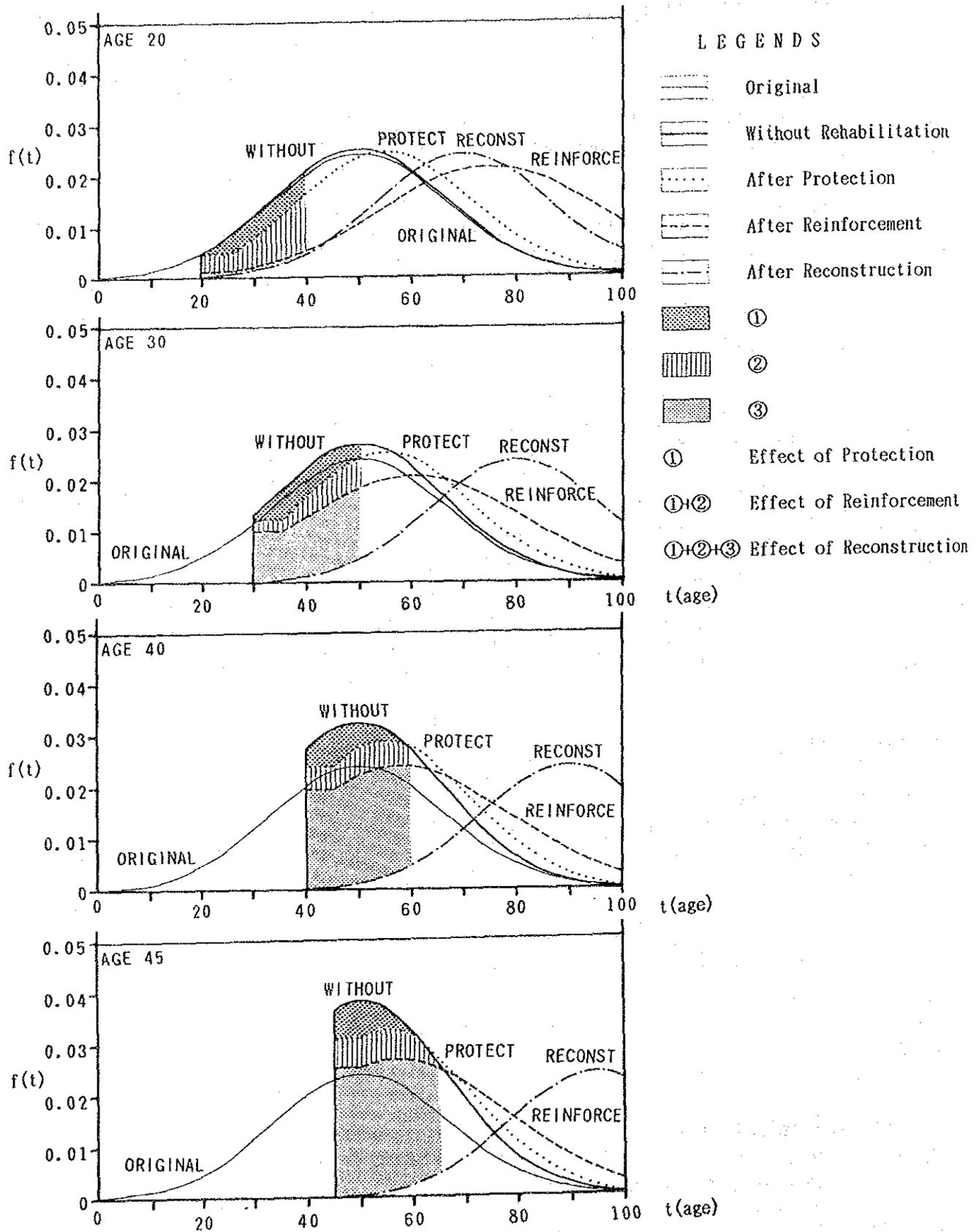


Table 15-1 Probability Density of Bridge Unserviceability after Rehabilitation

EQUIVALENT AGE : 20

	Original	Without	Protect	Reinforce	Reconst
20	0.476%	0.493%	0.482%	0.122%	0.027%
21	0.529%	0.548%	0.482%	0.122%	0.032%
22	0.586%	0.607%	0.482%	0.122%	0.038%
23	0.647%	0.670%	0.482%	0.122%	0.046%
24	0.711%	0.737%	0.482%	0.122%	0.054%
25	0.779%	0.807%	0.482%	0.122%	0.063%
26	0.851%	0.882%	0.482%	0.122%	0.074%
27	0.925%	0.959%	0.594%	0.133%	0.087%
28	1.003%	1.040%	0.655%	0.153%	0.101%
29	1.083%	1.123%	0.721%	0.171%	0.117%
30	1.166%	1.209%	0.790%	0.190%	0.136%
31	1.251%	1.296%	0.862%	0.211%	0.156%
32	1.336%	1.385%	0.938%	0.234%	0.179%
33	1.423%	1.475%	1.017%	0.258%	0.205%
34	1.510%	1.565%	1.098%	0.285%	0.234%
35	1.596%	1.654%	1.182%	0.313%	0.266%
36	1.681%	1.742%	1.264%	0.344%	0.301%
37	1.764%	1.829%	1.354%	0.376%	0.339%
38	1.845%	1.913%	1.442%	0.411%	0.381%
39	1.923%	1.993%	1.530%	0.448%	0.427%
40	1.997%	2.069%	1.617%	0.487%	0.476%
41	2.066%	2.141%	1.704%	0.529%	0.529%

EQUIVALENT AGE : 30

	Original	Without	Protect	Reinforce	Reconst
30	1.166%	1.312%	1.234%	1.001%	0.027%
31	1.251%	1.407%	1.234%	1.001%	0.032%
32	1.336%	1.503%	1.234%	1.001%	0.038%
33	1.423%	1.601%	1.234%	1.001%	0.046%
34	1.510%	1.698%	1.234%	1.001%	0.054%
35	1.596%	1.795%	1.234%	1.001%	0.063%
36	1.681%	1.891%	1.234%	1.001%	0.074%
37	1.764%	1.985%	1.234%	1.060%	0.087%
38	1.845%	2.078%	1.305%	1.118%	0.101%
39	1.923%	2.161%	1.397%	1.180%	0.117%
40	1.997%	2.245%	1.488%	1.240%	0.136%
41	2.066%	2.324%	1.578%	1.302%	0.156%
42	2.130%	2.398%	1.667%	1.362%	0.179%
43	2.188%	2.461%	1.752%	1.423%	0.205%
44	2.240%	2.519%	1.834%	1.484%	0.234%
45	2.284%	2.569%	1.912%	1.544%	0.266%
46	2.321%	2.611%	2.005%	1.598%	0.301%
47	2.351%	2.644%	2.053%	1.654%	0.339%
48	2.372%	2.668%	2.115%	1.707%	0.381%
49	2.385%	2.682%	2.169%	1.759%	0.427%
50	2.389%	2.687%	2.216%	1.807%	0.476%
51	2.385%	2.682%	2.256%	1.896%	0.529%

EQUIVALENT AGE : 40

	Original	Without	Protect	Reinforce	Reconst
40	1.997%	2.720%	2.400%	1.953%	0.027%
41	2.066%	2.815%	2.400%	1.953%	0.032%
42	2.130%	2.902%	2.400%	1.953%	0.038%
43	2.188%	2.981%	2.400%	1.953%	0.046%
44	2.240%	3.051%	2.400%	1.953%	0.054%
45	2.284%	3.112%	2.400%	1.953%	0.063%
46	2.321%	3.162%	2.483%	2.010%	0.074%
47	2.351%	3.202%	2.560%	2.066%	0.087%
48	2.372%	3.231%	2.630%	2.117%	0.101%
49	2.385%	3.249%	2.692%	2.164%	0.117%
50	2.389%	3.254%	2.745%	2.208%	0.136%
51	2.385%	3.249%	2.790%	2.247%	0.156%
52	2.372%	3.231%	2.826%	2.282%	0.179%
53	2.351%	3.202%	2.851%	2.312%	0.205%
54	2.321%	3.162%	2.866%	2.337%	0.234%
55	2.284%	3.112%	2.872%	2.355%	0.266%
56	2.240%	3.051%	2.866%	2.377%	0.301%
57	2.188%	2.981%	2.851%	2.381%	0.339%
58	2.130%	2.902%	2.826%	2.389%	0.381%
59	2.066%	2.815%	2.790%	2.384%	0.427%
60	1.997%	2.720%	2.746%	2.377%	0.476%
61	1.923%	2.620%	2.692%	2.364%	0.529%

EQUIVALENT AGE : 45

	Original	Without	Protect	Reinforce	Reconst
45	2.284%	3.638%	3.086%	2.536%	0.027%
46	2.321%	3.697%	3.086%	2.536%	0.032%
47	2.351%	3.744%	3.086%	2.536%	0.038%
48	2.372%	3.778%	3.086%	2.536%	0.046%
49	2.385%	3.798%	3.086%	2.536%	0.054%
50	2.389%	3.805%	3.086%	2.536%	0.063%
51	2.385%	3.798%	3.137%	2.574%	0.074%
52	2.372%	3.778%	3.176%	2.607%	0.087%
53	2.351%	3.744%	3.205%	2.634%	0.101%
54	2.321%	3.697%	3.222%	2.655%	0.117%
55	2.284%	3.638%	3.228%	2.671%	0.136%
56	2.240%	3.567%	3.222%	2.680%	0.156%
57	2.188%	3.485%	3.205%	2.683%	0.179%
58	2.130%	3.393%	3.176%	2.680%	0.205%
59	2.066%	3.291%	3.137%	2.671%	0.234%
60	1.997%	3.180%	3.086%	2.656%	0.266%
61	1.923%	3.063%	3.026%	2.635%	0.301%
62	1.845%	2.939%	2.956%	2.608%	0.339%
63	1.764%	2.810%	2.878%	2.575%	0.381%
64	1.681%	2.678%	2.792%	2.537%	0.427%
65	1.596%	2.542%	2.698%	2.494%	0.476%
66	1.510%	2.405%	2.598%	2.446%	0.529%

3) 走行速度

橋梁で交通障害が発生した場合に必要な迂回路上での走行速度は、“Econom”モデルの中で、最も遅い走行集団の走行速度を仮定する。一方、通常の路線上では最も速い走行集団の走行速度を仮定する。更に、拡幅前の架橋地点における走行速度は通常の路線上での走行速度の50%とする。

表15-2に仮定した自動車運行速度、表15-3に車種別の自動車運行費用を示す。

Table 15-2 Vehicle Running Speed assumed for Estimation of VOC

(km/hr)

Vehicle Type	Cars	Light	Medium (2 Ax)	Heavy 1 (3 Ax)	Heavy 2 (4 Ax)
Regular Route	74.38	66.04	55.70	40.91	42.97
Detour Route	54.68	49.89	43.68	35.20	36.34
Before Widening	37.19	33.02	27.85	20.45	21.49

Table 15-3 Vehicle Operating Costs by Vehicle Type

(M\$/km)

Vehicle Type	Motor-cycles	Cars & Taxis	Buses	S.Vans & Utilities	Medium Lorries	Heavy Lorries
Regular Route	0.046	0.184	1.517	0.498	0.785	1.059
Detour Route	0.055	0.220	1.859	0.632	0.911	1.147
Before Widening	0.066	0.266	2.761	0.867	1.248	1.579

15.4.4 便益の計測

(1) 等価橋齢

物理的橋齢は同じでも、橋梁の構造、交通量、地形、構造物の損傷の程度などにより、残存耐用年数も異なると考えられる。各橋梁の残存耐用年数を評価するために、“等価橋齢”の考え方を導入する。等価橋齢とは表15-4に示すように、交通量、建設年度、及び損傷度から見た橋梁の総合評点に基づき、耐用年数を50年とした橋梁の交通障害発生確率密度関数上で評価し正規化した橋齢と定義する。従って、橋梁の残存耐用年数は下式で表される。

$$\text{残存耐用年数} = \text{新設橋梁の耐用年数(50年)} - \text{等価橋齢}$$

Table 15-4 Assumed Equivalent Age of Bridge

Overall Rating From Safety viewpoint (R)	Traffic Volume (AADT : Vehicle /day)	Year Built	
		Before 1945	After 1945
4.0 <= R	all	45	40
3.5 <= R < 4.0	AADT >= 9,000	45	40
	AADT <= 9,000	40	30
R < 3.5	AADT >= 9,000	40	30
	AADT <= 9,000	30	20

(2) 橋梁の交通障害発生日数

橋梁の交通障害発生期間を評価するために、橋梁建設所要月数を橋長の関数として、以下のように仮定する。

$$\text{Log}(M) = 0.572 \cdot \text{log}(L) + 0.043$$

ここに、M : 標準的な橋梁建設所要月数
L : 橋長 (m)

従って、橋梁の交通障害発生日数は以下の通りとなる。

$$d = f \cdot M \cdot (365/12)$$

ここに、f : 橋梁の交通障害発生確率
d : 橋梁の交通障害発生日数

(3) 便益の算定式

橋梁修繕対策の実施による便益は、具体的に次のような計算式によって算定する。各計算式において、“w”は修繕対策を実施したケース (with project)、“o”は修繕対策を実施しないケース (without project) をそれぞれ意味する。

・ 保護対策

$$BI = \sum_x \sum_i (f_o(x) - f_{wp}(x)) \cdot DBU \cdot AADT_{xi} \cdot (DL_o \cdot VOC_{io} - DL_w \cdot VOC_{iw})$$

ここに、BI : 保護対策による便益 (M\$)
f_o(x) : 保護対策を実施しなかった場合の交通障害発生確率
f_{wp}(x) : 保護対策を実施した場合の交通障害発生確率
DBU : 橋梁の新設に要する日数
AADT_{xi} : 車種 i の x 年における年平均日交通量 (台/日)
DL_o : 迂回路長 (km)

DLw : 迂回路区間に相当する通常の路線区間長 (km)
 VOCio : 迂回路上での車種 i の自動車運行費用 (M\$/km)
 VOCiw : 通常路線上で車種 i の自動車運行費用 (＼)

・ 補強対策

$$B2 = \sum_x \sum_i (fo(x) - fwr(x)) \cdot DBU \cdot AADTxi \cdot (DL0 \cdot VOCio - DLw \cdot VOCiw)$$

ここに、 B2 : 補強対策による便益 (M\$)
 fo(x) : 補強対策を実施しなかった場合の交通障害発生確率
 fwr(x) : 補強対策を実施した場合の交通障害発生確率

・ 架換え対策

$$B3 = \sum_x \sum_i (fo(x) - fwc(x)) \cdot DBU \cdot AADTxi \cdot (DL0 \cdot VOCio - DLw \cdot VOCiw)$$

ここに、 B3 : 架換え対策による便益 (M\$)
 fo(x) : 架換え対策を実施しなかった場合の交通障害発生確率
 fwc(x) : 架換え対策を実施した場合の交通障害発生確率

・ 拡幅対策

$$B4 = \sum_x \sum_i (AADTxi \cdot (BL + 200) / 1000 \cdot (VOCio - VOCiw))$$

ここに、 B4 : 拡幅対策による便益 (M\$)
 BL : 橋長 (m)

・ 維持費用の節減

$$B5 = \sum_i (BL \cdot BW \cdot UCC \cdot Pm)$$

ここに、 B5 : 維持費用の節約便益 (M\$)
 BW : 橋梁の幅員 (m)
 UCC : 橋梁の新設単価 (M\$/m²)
 Pm : 建設費用に対する年間維持費率 (0.01)

便益算定に用いた入力データの内、交通量に関するデータを Appendix-S1 に、橋梁の諸元、修繕工法、見積費用に関するデータを Appendix-S2 に示す。また、Appendix-S4 には経済評価指標の計算例として、修繕工法の異なる 4 橋の便益算定結果を示す。

15.5 経済評価

15.5.1 経済評価の指標

経済評価は費用・便益を定量化し、比較、評価することにより行われる。これは費用便益分析と呼ばれる。費用便益分析に基づき修繕対策実施の採択や着工順位の検討を行うために、一般的に次の三つ評価指標が用いられる。

1) 費用便益比 (BCR)

費用の総現在価値に対する便益の総現在価値の割合。すなわち、単位現在価値費用あたりの現在価値便益の大きさによって、経済的採算性を示そうとするものである。

$$BCR = \left(\sum_t B_t / (1+i)^t \right) / \left(\sum_t C_t / (1+i)^t \right)$$

ここに、
B_t : t年における便益
C_t : t年における費用
i : 割引率

2) 純現在価値 (NPV)

費用便益比と異なり、便益の総現在価値と費用の総現在価値の差、即ち純現在価値の大きさにより経済的採算性を示そうとするものである。

$$NPV = \left(\sum_t B_t / (1+i)^t \right) - \left(\sum_t C_t / (1+i)^t \right)$$

3) 内部収益率 (IRR)

内部収益率は、プロジェクトの純現在価値を0にする割引率と定義される。即ち、プロジェクトが経済的妥当性をもつ最高利率といえる。従って、 $\sum_t (B_t - C_t) / (1+i)^t = 0$ なる "i" をもって内部収益率とする。

15.5.2 割引率とプロジェクトライフ

便益及び費用の総現在価値を求める場合や、ある内部収益率を生むプロジェクトを採択するかどうかの基準として割引率が必要である。一般に割引率とは、現在手に入る財と、同じ財だが1年後に手に入ることになっている財との交換比率である。つまり、将来手に入ることになっている財の価値は、現在手に入る財の価値よりも低いことになる。

1984年に経済企画庁は割引率を13%とした。しかし、本調査では、その後の経済発展を考慮して11%を用いる。

経済評価の対象とするプロジェクトライフは1994年から20年間とする。これは

- 1) 床版のように荷重を直接受けるもので、交換や修繕が可能な部材の耐用年数は一般的に20年程度と考えられる。

2) 割引計算をした場合、20年後の値は積算費用の誤差に含まれる程度になってしまう。

3) 将来交通量の予測精度も20年が限度と考えられる。

15.5.3 経済評価結果

修繕工法の異なる4橋に対する計算過程を一例として、Appendix-S4に示す。修繕対策が計画される203橋の費用便益分析結果は以下の通りである。

(1) 全体プロジェクト

プロジェクト全体の費用・便益のフローを表15-5に示す。

全体から見ると、橋梁の交通障害発生期間の短縮により発生する便益が計量可能な便益の大部分を占めている。また費用に対して便益が十分に大きく、費用便益比は6.75、内部収益率も58%に達することから、本プロジェクトの実施は全体として十分な妥当性があるといえる。

Table 15-5 Flow of Total Cost and Benefit

(Unit: 1,000M\$)

	Cost Flow			Benefit									
	Project Cost	Maintenance Cost	Cost Flow	Protection, Reinforcement & Reconstruction						Widening	Maintenance (without)	Benefit Flow	
				cars	small vamed.	lorrhvy.	lorr	buses	M cycle				
1994	46,519	0	46,519	0	0	0	0	0	0	0	0	564	564
1995	0	0	0	3,760	3,434	2,837	2,082	2,022	738	8	508	15,388	
1996	0	0	0	4,583	4,144	3,400	2,552	2,452	899	7	458	18,495	
1997	0	0	0	5,300	4,766	3,885	2,961	2,824	1,040	7	412	21,196	
1998	0	0	0	5,909	5,299	4,293	3,311	3,137	1,161	6	371	23,488	
1999	0	1,469	1,469	6,411	5,741	4,624	3,602	3,394	1,262	6	335	25,373	
2000	0	0	0	6,171	5,553	4,440	3,470	3,258	1,216	5	301	24,414	
2001	0	0	0	5,902	5,337	4,238	3,323	3,108	1,164	5	272	23,348	
2002	0	0	0	5,608	5,097	4,021	3,163	2,947	1,107	5	245	22,193	
2003	0	0	0	5,294	4,838	3,793	2,993	2,776	1,045	4	220	20,965	
2004	0	872	872	4,966	4,563	3,556	2,815	2,599	980	4	199	19,682	
2005	0	0	0	4,627	4,277	3,313	2,632	2,418	913	4	179	18,362	
2006	0	0	0	4,282	3,983	3,067	2,445	2,234	844	3	161	17,020	
2007	0	0	0	3,935	3,685	2,821	2,258	2,051	774	3	145	15,673	
2008	0	0	0	3,591	3,387	2,578	2,071	1,869	705	3	131	14,334	
2009	0	517	517	3,252	3,091	2,340	1,886	1,691	637	3	118	13,018	
2010	0	0	0	2,922	2,801	2,108	1,706	1,518	571	2	106	11,735	
2011	0	0	0	2,604	2,519	1,885	1,532	1,352	507	2	96	10,497	
2012	0	0	0	2,300	2,248	1,672	1,365	1,194	446	2	86	9,312	
2013	0	0	0	2,012	1,988	1,470	1,205	1,044	389	2	78	8,188	
	46,519	2,859	49,377	83,428	76,753	60,341	47,371	43,887	16,401	80	4,984	333,245	
	94.2%	5.8%	100.0%	25.0%	23.0%	18.1%	14.2%	13.2%	4.9%	0.0%	1.5%	100.0%	

NPV = 333,245 - 49,377 = 283,868 (x MS1000)

BCR = 333,245 / 49,377 = 6.75

IRR = 57.84 %

(2) 橋梁別の評価

個別橋梁の経済評価結果を表15-6に示す。また、内部収益率順に並べ替えた評価結果をAppendix-S3に示す。

事業対象203橋の内、197橋の内部収益率は11%を超える。残りの6橋についても、修繕対策の実施時期を5年間延ばした場合には便益が増加するため、内部収益率が向上する。すなわち、3橋の内部収益率は11%を上回り、残りの3橋の内部収益率も最低でも約6%以上に向上する。

従って、本プロジェクトは以下の点を考慮して、これら6橋を含めた全調査対象橋梁について修繕対策を実施するのが望ましい。

- 1) 1994年実施の場合に対象橋梁の97%が、1999年実施の場合には対象橋梁の99%が、それぞれフィージブルであると判断されることから、プロジェクト実施は全体として十分な妥当性を持つ。
- 2) 1999年実施の場合、内部収益率が11%に達しない3橋についても、修繕対策を実施することにより、全国幹線道路網のサービス水準及び信頼性が向上するなどの定量化できない便益が付加される。

図15-6は内部収益率を4段階に分類した場合の橋梁の分布を示す。この図から、同一路線上で道路区間約100km以内の各橋梁の内部収益率が同程度となっていることが分かる。これは同一路線上のある区間内の橋梁は、橋梁形式、供用年数、損傷、修繕履歴が同じ場合が多く、交通量、迂回路線もほぼ同一と考えられるからである。

このことから、内部収益率だけを重視して実施計画を策定すると、特定路線の橋梁に修繕事業が集中するため、以下の弊害を惹起する恐れがある。

- 1) 特定の路線区間での円滑な交通が著しく妨げられる。
- 2) 工事を実施する地方の施工業者の量的な施工能力を越える可能性がある。
- 3) 工事を監理する州、地方のJKRの技術者が不足する恐れがある。

Table 15-6 Result of Economic Evaluation for Individual Bridges (1)

No.	Key	State	District	Year Built	Bridge Length (m)	CARRIAGE WAY (m)	S.F.	Da (Km)	Db (Km)	Roufqui Age	Rehabilitati RC WD RE PR	Economic Cost (MS)	GROWTH RATE (%)	16-Hrs TRAFFIC	NPV	BCR	IRR (1994)	IRR (1999)
1	102590	Johor	J. BAHRU	1955	3.60	15.90	3.3	65	8	30	*	5,146	3.2	22,565	2,323,413	405.8	2571.05%	
2	108100	Johor	KLUANG	1954	27.40	6.91	3.0	52	20	30	*	103,628	4.4	10,693	2,369,553	21.5	147.07%	
3	108990	Johor	KLUANG	1937	2.18	7.40	2.1	52	20	40	*	5,083	4.4	10,693	624,688	111.2	1221.65%	
4	112630	Johor	BATU PAH	1960	6.27	6.11	1.9	105	44	30	*	36,102	7.1	7,758	1,726,129	43.9	243.16%	
5	113760	Johor	SEGAMAT	1955	20.94	6.00	1.9	105	44	30	*	191,212	7.1	7,758	3,280,818	17.7	111.71%	
6	114920	Johor	SEGAMAT	1955	12.86	6.28	2.1	105	44	30	*	151,761	2.2	7,758	1,594,090	10.4	86.55%	
7	116580	Johor	SEGAMAT	1947	4.85	7.56	2.3	41	28	30	*	42,140	2.2	7,758	210,841	5.5	53.94%	
8	121260	Johor	SEGAMAT	1955	2.42	6.80		85	28	0	*	0	0.1	5,667	0	0.0	0.00%	
9	121280	Johor	SEGAMAT	1950	2.83	6.90		83	44	0	*	0	0.1	5,667	0	0.0	0.00%	
10	125250	N. Semb	TAMPIN	1940	6.70	6.54	2.6	39	14	30	*	5,277	2.2	5,056	247,121	43.0	315.66%	
11	128254	N. Semb	REMBAU	1930	9.58	7.45	2.5	8	7	40	*	36,928	2.2	8,477	30,506	1.7	24.49%	
12	145100	Selangor	ULU S'GO	1935	1.85	6.20	1.9	82	49	40	*	2,172	2.9	9,537	489,366	203.0	2408.45%	
13	146800	Selangor	ULU S'GO	1965	25.91	7.35	2.6	82	49	30	*	78,332	2.8	9,537	1,937,474	23.2	163.86%	
14	148800	Perak	BTG PADA	1962	2.40	7.50	2.3	28	11	30	*	2,900	2.6	8,617	224,401	70.4	453.32%	
15	149820	Perak	BTG PADA	1963	36.24	5.10	2.6	140	60	30	*	65,398	2.6	10,648	5,992,383	83.1	505.77%	
16	151360	Perak	BTG PADA	1960	63.56	6.76	1.4	140	60	30	*	121,418	2.6	10,648	8,233,074	61.8	380.98%	
17	155590	Perak	KINTA	1970	3.62	7.52	1.9	47	12	30	*	400,876	0.8	10,524	495,746	2.2	24.46%	
18	159100	Perak	KINTA	1948	31.30	10.70	3.7	14	14	0	*	0	2.9	17,791	0	0.0	0.00%	
19	161140	Perak	KINTA	1950	19.11	7.33	3.5	25	14	40	*	541,051	-0.3	8,937	347,668	1.6	20.89%	
20	161290	Perak	KINTA	1955	19.18	9.35	2.7	23	12	30	*	344,368	-0.3	8,937	278,878	1.8	20.66%	
21	166220	Perak	LRT MATA	1945	5.67	8.79	4.0	88	27	45	*	117,053	1.6	2,946	544,065	5.4	89.41%	
22	166510	Perak	LRT MATA	1935	10.72	7.87	3.6	83	27	40	*	674,739	1.6	2,946	2,078,562	4.0	43.74%	
23	184400	Kedah	KOTA SET	1950	12.20	13.86	3.7	39	19	30	*	151,993	0.1	5,057	195,545	2.2	25.77%	
24	184900	Kedah	KOTA SET	1950	5.20	8.40	4.0	39	19	40	*	81,450	0.1	5,057	180,026	3.1	41.74%	
25	184980	Kedah	KOTA SET	1950	4.64	7.00	1.6	39	19	20	*	30,808	0.1	5,057	46,774	2.4	25.36%	
26	185210	Kedah	KOTA SET	1940	3.23	7.15	2.6	15	4	30	*	51,806	3.9	5,057	67,177	2.2	24.29%	
27	228340	Pahang	MARAN	1955	6.26	7.94	2.9	25	3	20	*	79,658	1.2	6,080	479,280	6.7	57.12%	
28	228970	Pahang	MARAN	1965	3.03	7.30	3.0	203	95	20	*	110,550	1.2	6,080	600,114	5.9	45.62%	
29	230350	Pahang	KUANTAN	1967	6.40	6.78	2.8	65	28	20	*	56,077	1.2	6,080	317,185	6.1	48.37%	
30	231790	Pahang	KUANTAN	1960	7.75	10.50	1.0	65	28	0	*	0	1.2	6,080	0	0.0	0.00%	
31	232880	Pahang	KUANTAN	1963	11.08	6.62	3.5	28	19	30	*	206,546	4.9	6,080	79,950	1.3	15.76%	
32	237200	Pahang	KUANTAN	1960	26.70	7.32	3.4	20	13	30	*	300,579	7.4	12,593	277,805	1.8	21.21%	
33	303220	Johor	K. TINGG	1940	4.84	6.53	2.8	50	14	40	*	67,139	5.1	9,022	806,214	11.8	133.19%	
34	303430	Johor	K. TINGG	1940	4.90	7.72	3.6	50	14	45	*	62,856	5.1	9,022	797,686	12.4	197.01%	
35	303890	Johor	K. TINGG	1940	9.16	6.37	2.1	30	6	30	*	136,307	5.1	3,768	178,489	2.3	24.86%	
36	304050	Johor	K. TINGG	1963	52.25	6.99	1.6	15	6	20	*	197,339	5.1	3,768	223,708	2.0	22.63%	
37	304390	Johor	K. TINGG	1928	3.35	8.93	2.8	85	14	30	*	122,265	4.0	3,768	682,210	6.3	55.65%	
38	305390	Johor	K. TINGG	1974	64.57	7.57	1.8	170	70	20	*	249,994	1.1	2,878	1,286,318	5.6	47.35%	
39	305710	Johor	K. TINGG	1969	51.96	7.33	1.4	170	70	20	*	273,666	1.1	2,878	1,068,011	4.5	40.15%	
40	313150	Johor	MERSING	1950	4.49	8.67	1.7	367	153	20	*	150,074	0.8	5,746	708,530	5.6	43.62%	
41	313520	Johor	MERSING	1960	3.60	7.55	3.3	367	153	30	*	154,034	7.6	5,746	1,848,959	12.7	85.18%	
42	314150	Johor	MERSING	1954	11.00	7.35	1.5	357	153	30	*	310,506	7.6	5,746	3,456,809	11.0	82.28%	
43	316745	Johor	MERSING	1965	5.67	5.35	4.0	367	153	40	*	116,302	7.6	5,746	5,443,578	45.3	437.04%	
44	317000	Pahang	ROMPIN	1974	337.32	7.20	2.4	308	98	20	*	2,759,290	7.6	2,064	27,306,580	10.4	71.49%	
45	319110	Pahang	ROMPIN	1962	121.96	6.74	3.0	308	98	20	*	394,231	6.4	2,064	4,953,286	12.3	72.79%	
46	319690	Pahang	ROMPIN	1960	11.34	6.85	3.1	308	98	20	*	112,914	6.4	2,064	1,236,411	10.8	64.98%	
47	323070	Pahang	PEKAN	1965	31.25	7.30	2.3	140	70	20	*	145,595	1.8	1,751	306,747	2.9	29.17%	
48	325020	Pahang	PEKAN	1965	5.73	6.15	3.5	140	70	30	*	78,183	1.8	1,751	148,258	2.7	30.84%	
49	326950	Pahang	PEKAN	1965	23.52	6.15	3.4	140	70	20	*	220,505	1.8	1,751	144,019	1.6	17.69%	
50	338310	Pahang	KUANTAN	1958	36.00	5.88	2.1	29	11	20	*	350,456	1.8	2,626	-169,832	0.5	3.65%	
51	337240	Pahang	KUANTAN	1957	6.58	6.70	2.7	72	36	20	*	68,088	1.8	2,626	55,612	1.7	19.11%	
52	338580	Terengganu	KEMAMAN	1965	219.13	6.72	3.5	74	47	30	*	9,426,816	9.8	4,206	8,082,214	1.8	20.04%	
53	339210	Terengganu	KEMAMAN	1963	152.20	6.73	3.4	27	5	20	*	898,456	9.8	4,206	3,539,354	4.7	33.98%	
54	341800	Terengganu	KEMAMAN	1955	36.14	6.76	3.5	75	23	30	*	1,068,730	1.5	4,206	173,026	1.2	13.18%	
55	346740	Terengganu	DUNGAN	1973	152.26	6.72	2.1	54	2	30	*	4,454,573	8.2	8,656	10,359,800	3.2	31.36%	
56	354190	Terengganu	K. T.	1960	11.18	7.68		29	8	0	*	0	19.8	8,191	0	0.0	0.00%	
57	354830	Terengganu	K. T.	1963	17.85	7.33	2.8	29	8	30	*	76,811	19.8	8,191	1,448,856	17.9	112.01%	
58	356790	Terengganu	K. T.	1959	53.10	6.70	2.3	27	4	20	*	62,617	4.3	4,193	507,608	8.3	63.64%	
59	357290	Terengganu	K. T.	1959	5.31	6.70	3.3	56	24	20	*	68,202	4.3	4,465	210,153	3.8	33.36%	
60	357270	Terengganu	K. T.	1957	11.78	6.71	2.2	56	24	20	*	62,326	4.3	4,465	357,495	6.1	46.92%	
61	361430	Terengganu	BESUT	1960	18.03	6.67	2.0	59	55	20	*	129,200	11.9	4,465	194,395	2.3	23.44%	
62	363630	Terengganu	BESUT	1965	5.84	7.29	2.8	50	9	20	*	51,181	11.9	4,465	506,224	9.9	59.10%	
63	366560	Kelantan	P. PUTEH	1952	32.46	5.94	4.0	13	4	40	*	766,037	9.4	8,022	503,505	1.6	19.80%	
64	366890	Kelantan	P. PUTEH	1951	9.58	6.32	2.6	24	4	30	*	181,560	9.4	8,022	942,637	5.9	49.56%	
65	368300	Kelantan	P. PUTEH	1955	9.63	7.62	3.5	22	8	40	*	155,002	7.3	11,036	1,206,997	8.4	91.15%	
66	505390	Johor	PONTIAN	1966	47.52	6.86	3.4	110	24	30	*	595,402	9.4	6,583	5,477,319	10.2	77.21%	
67	506670	Johor	PONTIAN	1971	36.17	7.32	1.8	110	24	20	*	271,486	-0.6	6,583	1,304,744	5.3	45.75%	
68	507230	Johor	PONTIAN	1966	35.21	7.30	2.8	110	24	20	*	231,969	-0.6	6,583	1,323,626	6.1	50.59%	
69	507210	Johor	PONTIAN	1968	47.83	7.30	2.7	110	24	20	*	459,754	-0.6	6,583	1,380,157	3.7	35.26%	
70	510550	Johor	BATU PAH	1969	31.24	7.30	2.6	22	19	30	*	192,802	1.4	7,735	-4,259	1.0	10.67%	
71	512930	Johor	BATU PAH	1965	30.22	7.32	2.6	41	6	30	*	673,020	5.8	8,836	1,302,978	2.7	29.91%	
72	514390	Johor	BATU PAH	1960	22.07	7.28	2.6	41	16	30	*	107,874	3.7	8,836	988,937	9.2	78.31%	
73	514370	Johor	BATU PAH	1950	6.31	7.16	3.1	41	16	30	*	58,921	3.7	7,741	775,485	13.9	106.50%	
74	514360	Johor	MJAR	1955	46.03	6.10	2.6	41	16	0	*	0	-5.0	7,741	0	0.0	0.00%	
75	516890	Johor	MJAR	1966	17.82	6.21	2.8	42	30	20	*	86,575	4.1	8,446	200,302	3.1	29.58%	

Table 15-6 Result of Economic Evaluation for Individual Bridges (2)

No.	Key	State	District	Year Built	Bridge Length (m)	CARRIAGE WAY			Detour			Rehabilitat	Economic Cost (M\$)	GROWTH RATE (%)	16-Hrs TRAFFIC	NPV	BCR	IRR (1934)	IRR (1999)
						S. F.	Da	Db	Age	RC	WD								
76	519360	Melaka	JASIN	1955	42.70	6.78	2.4	45	19	30	*	301,440	8.7	13,977	2,444,356	8.3	67.48%		
77	519550	Melaka	JASIN	1940	4.95	6.70	2.5	11	1	40	*	3,939	8.7	13,977	298,131	68.9	798.29%		
78	519700	Melaka	JASIN	1961	4.88	6.70	2.1	10	3	30	*	101,346	9.7	13,977	126,224	2.2	23.83%		
79	520190	Melaka	JASIN	1960	6.48	6.70	2.4	3	2	30	*	10,011	8.7	13,061	49,724	5.5	54.32%		
80	520850	Melaka	JASIN	1950	4.27	6.72	4.0	22	5	40	*	32,479	7.1	13,061	517,062	15.3	170.59%		
81	521300	Melaka	MELAKA T	1950	6.80	8.14	3.6	46	10	30	*	160,434	7.1	3,391	325,940	2.9	29.51%		
82	521710	Melaka	MELAKA T	1960	10.72	6.53	3.1	10	1	30	*	255,480	6.9	13,712	435,933	2.7	27.05%		
83	521980	Melaka	MELAKA T	1960	14.26	6.70	3.1	15	7	30	*	207,494	6.9	19,640	680,972	4.1	38.49%		
84	522760	Melaka	NPM	1930	7.47	14.60	4.0	5	4	45	*	32,228	3.9	8,494	37,100	2.1	29.98%		
85	523300	Melaka	MELAKA T	1950	9.33	8.80	2.3	12	6	30	*	5,255	4.8	8,494	127,537	22.8	217.42%		
86	523620	Melaka	MELAKA T	1960	15.16	6.80	3.0	32	8	20	*	106,194	4.8	3,494	57,077	1.5	16.52%		
87	524420	Melaka	MELAKA T	1950	3.60	5.35	4.0	32	8	40	*	78,195	4.9	7,408	466,202	6.8	76.29%		
88	524990	Melaka	ALOR GAJ	1960	1.85	5.90	1.9	19	3	30	*	5,966	4.9	7,215	97,587	15.7	114.56%		
89	529600	N. Semb	PD	1950	3.05	4.69	4.0	34	21	40	*	83,707	-2.9	6,920	153,223	2.7	36.86%		
90	532850	N. Semb	PD	1970	53.24	6.32	2.6	14	4	30	*	262,349	9.8	6,920	320,541	2.1	24.71%		
91	534450	N. Semb	PD	1965	35.32	6.70	2.8	34	18	30	*	213,435	4.3	6,920	606,126	3.5	37.78%		
92	534570	Selangor	SELANG	1960	32.54	5.56	2.6	42	85	20	*	323,658	4.3	4,607	178,892	1.5	16.68%		
93	535650	Selangor	SELANG	1960	61.34	6.72	3.6	42	65	30	*	496,770	4.3	4,607	-111,922	0.8	7.63%		
94	538970	Selangor	LANGA	1950	2.30	8.20	1.9	11	4	20	*	37,269	9.5	4,607	77,088	3.0	27.42%		
95	540780	Selangor	LANGA	1980	11.94	6.65		89	60	0		0	9.5	17,632	0	0.0	0.00%		
96	540910	Selangor	LANGA	1950	6.29	6.95	1.7	89	60	30	*	116,736	10.9	17,632	4,558,200	37.9	219.87%		
97	541000	Selangor	LANGA	1950	3.24	7.48	3.4	89	60	30	*	132,441	9.5	17,632	2,813,030	21.1	134.50%		
98	541210	Selangor	LANGA	1950	4.73	7.94	3.7	67	21	40	*	70,843	9.5	13,804	4,114,481	55.9	523.66%		
99	546550	Selangor	SELANG	1969	30.94	7.29	2.6	9	38	20	*	29,372	-1.9	7,986	367,976	12.8	126.35%		
100	546980	Selangor	SELANG	1969	30.94	5.76	4.0	85	38	40	*	917,412	-1.9	7,986	3,156,590	4.3	55.77%		
101	549550	Selangor	SELANG	1965	63.56	6.72	2.1	86	38	30	*	216,489	-1.9	8,583	2,032,802	9.4	88.22%		
102	555290	Perak	H. PERAK	1960	4.92	5.40	2.1	175	30	30	*	47,950	6.7	8,014	3,259,630	61.9	323.60%		
103	556900	Perak	H. PERAK	1958	7.33	6.74	1.6	175	30	30	*	60,662	5.8	11,698	3,630,751	54.7	297.62%		
104	563880	Perak	MANJUNG	1972	41.59	7.10	2.3	25	7	20	*	164,222	1.2	3,755	71,056	1.4	15.99%		
105	567840	Perak	KINTA	1960	12.12	6.14	2.7	106	4	30	*	332,092	1.3	20,315	3,482,038	11.2	87.70%		
106	569630	Perak	KINTA	1950	2.83	13.00	2.6	13	9	30	*	54,284	4.4	20,315	162,082	3.8	37.56%		
107	700660	Kedah	KOTA SET	1964	18.40	10.54	2.9	12	8	30	*	176,772	4.8	10,291	71,292	1.4	16.10%		
108	700750	Kedah	KOTA SET	1970	15.36	7.30	1.3	12	8	30	*	258,078	4.8	10,291	84,083	1.3	14.64%		
109	701810	Kedah	KBG. PAS	1970	48.60	7.95	2.6	43	11	30	*	155,240	4.8	10,291	2,266,779	14.1	107.55%		
110	702630	Kedah	KBG. PAS	1960	9.94	7.40	1.6	32	11	30	*	95,898	4.8	10,291	535,734	6.0	55.35%		
111	703330	Perlis	PERLIS	1963	24.80	7.30	1.4	8	3	30	*	46,164	3.3	8,728	148,106	3.9	43.69%		
112	706230	Perlis	PERLIS	1950	6.63	6.20	1.6	9	5	0		0	5.9	8,728	0	0.0	0.00%		
113	800350	Pahang	BENTONG	1950	3.47	5.54	2.9	78	32	20	*	49,522	2.5	4,287	431,711	9.2	71.02%		
114	803050	Pahang	RAUB	1950	18.08	5.10	3.8	39	22	30	*	179,568	3.7	4,290	468,151	3.5	34.93%		
115	803900	Pahang	RAUB	1952	10.94	5.64	2.8	39	22	20	*	205,450	3.7	5,526	400,586	2.8	27.69%		
116	810120	Pahang	K. LIPIS	1950	6.90	5.00	2.9	76	39	20	*	67,457	7.7	3,763	1,067,572	16.0	100.42%		
117	813470	Pahang	K. LIPIS	1960	11.67	6.20	2.9	500	240	20	*	142,683	15.3	3,030	4,113,491	26.8	107.51%		
118	818060	Pahang	K. LIPIS	1980	30.49	7.31	1.0	500	240	0		0	16.3	3,030	0	0.0	0.00%		
119	822340	Kelantan	GUA MUSA	1982	90.91	7.30	1.0	170	130	20	*	302,163	11.7	3,030	1,979,409	6.9	48.65%		
120	834850	Kelantan	KUALA KR	1960	13.71	6.53	2.9	32	12	30	*	449,131	3.8	7,016	423,285	1.9	21.02%		
121	834950	Kelantan	KUALA KR	1960	3.34	8.20	3.0	32	12	30	*	66,941	3.8	7,016	327,506	5.6	50.50%		
122	836900	Kelantan	MACHANG	1960	12.02	6.69	2.9	43	16	30	*	64,308	5.9	8,521	811,643	12.3	93.24%		
123	838100	Kelantan	MACHANG	1941	9.72	6.70	2.6	13	5	40	*	320,766	5.9	8,521	180,448	1.5	18.81%		
124	901360	N. Semb	K. PILAH	1960	5.74	6.68	4.0	10	2	40	*	59,456	4.6	2,505	39,525	1.6	20.39%		
125	901420	N. Semb	K. PILAH	1950	3.24	6.70	3.6	39	19	30	*	120,304	4.6	2,505	31,091	1.2	14.06%		
126	901730	N. Semb	K. PILAH	1950	3.63	6.74	2.3	39	19	20	*	51,983	4.6	2,505	126,574	3.3	31.00%		
127	901960	N. Semb	K. PILAH	1950	18.14	6.80	4.0	59	29	40	*	244,760	4.6	2,505	699,866	3.7	45.41%		
128	902270	N. Semb	K. PILAH	1950	3.11	6.74	2.9	34	16	20	*	49,238	4.6	2,546	100,491	2.9	28.06%		
129	902360	N. Semb	K. PILAH	1950	3.11	6.85	4.0	26	12	40	*	111,499	4.6	2,546	16,865	1.1	13.29%		
130	902430	N. Semb	K. PILAH	1950	3.10	6.80	3.6	26	12	30	*	83,098	4.6	2,546	21,615	1.2	14.09%		
131	902440	N. Semb	K. PILAH	1950	3.10	6.90	4.0	26	12	40	*	62,051	4.6	2,546	68,932	2.1	25.84%		
132	904330	N. Semb	K. PILAH	1950	7.77	5.90	2.9	37	18	20	*	71,184	4.6	3,803	251,040	4.3	37.83%		
133	906190	N. Semb	JEMPUL	1950	9.54	6.19	2.6	27	16	20	*	82,184	5.1	3,803	155,502	2.8	27.12%		
134	907010	N. Semb	JELEBU	1930	6.56	6.18	3.4	16	10	30	*	65,398	6.8	3,181	16,597	1.2	14.01%		
135	908400	N. Semb	JELEBU	1935	36.70	6.10	3.8	120	60	49	*	265,861	6.8	3,181	2,171,524	8.7	96.00%		
136	911990	Pahang	BENTONG	1951	32.96	6.10	3.2	153	71	20	*	223,725	6.2	2,406	2,148,699	10.1	71.15%		
137	1105770	N. Semb	JEMPUL	1970	18.32	5.56	3.0	210	90	30	*	65,514	31.6	4,599	11,785,260	162.3	633.50%		
138	1300060	Perak	MANJUNG	1960	3.68	6.50	2.3	13	9	30	*	83,306	6.0	15,800	45,878	1.5	17.50%		
139	1800670	Perak	MANJUNG	1950	4.78	6.75	2.9	38	30	30	*	188,544	6.0	15,800	150,479	1.8	19.95%		
140	2305040	Johor	SEGAMAT	1950	12.28	5.55	2.4	41	29	20	*	93,334	1.6	4,088	171,906	2.7	27.89%		
141	2305970	Johor	SEGAMAT	1950	7.60	6.75	2.6	25	11	20	*	95,261	1.6	4,088	93,972	1.9	20.87%		
142	5001070	Johor	BATU PAH	1919	4.77	5.75	2.8	39	20	40	*	102,585	4.0	10,054	855,706	9.0	102.15%		
143	5001890	Johor	BATU PAH	1950	5.05	6.08	1.7	39	20	30	*	94,505	4.0	10,064	712,478	8.1	67.69%		
144	5002590	Johor	BATU PAH	1940	4.75	5.90	3.4	39	20	40	*	85,160	6.7	10,064	1,100,930	13.2	138.94%		
145	5100840	N. Semb	SEREMBAN	1950	9.41	6.30	1.7	65	29	0		0	-6.5	5,702	0	0.0	0.00%		
146	5101360	N. Semb	SEREMBAN	1940	3.91	13.70	3.6	60	29	40	*	69,038	-6.5	5,702	365,428	6.0	79.30%		
147	5101460	N. Semb	SEREMBAN	1950	3.26	12.60	2.6	60	29	20	*	64,935	-6.5	5,702	289,831	5.2	49.81%		
148	5102060	N. Semb	K. PILAH	1950	4.74	7.55	4.0	12	5	40	*	72,169	1.6	5,702	69,145	1.9	24.78%		
149	5102280	N. Semb	K. PILAH	1960	4.81	5.84	2.6	12	5	20	*	56,606	1.6	5,702	64,235	2.1	22.12%		
150	5102380	N. Semb	K. PILAH	1960	3.21	5.70	2.9	12	5	20	*	51,843	1.6	5,702	42,936	1.8	19.41%		

Table 15-6 Result of Economic Evaluation for Individual Bridges (3)

No.	Key	State	District	Year Built	Bridge Length (m)	CARRIAGE WAY (m)	S.F.	Detour Da (Km)	RouEqui Db (Km)	Age	Rehabilitati RC WD RE PR	Economic Cost (MS)	GROWTH RATE (%)	16-Hrs TRAFFIC	NPV	BCR	IRR (1994)	IRR (1999)
151	S1C2670	N. Sembik	PILAH	1960	3.21	7.32	2.9	12	5	20	* *	109,496	1.6	5,702	-11,748	0.9	9.66%	10.18%
152	S1C3030	N. Sembik	PILAH	1950	3.79	6.76	2.6	12	5	20	*	57,139	1.6	5,702	48,051	1.8	19.56%	
153	S1C3300	N. Sembik	PILAH	1958	16.08	6.74	1.3	24	6	30	*	126,822	1.6	7,989	547,131	5.1	49.59%	
154	S202280	N. Sembik	SEREMBAN	1932	4.66	9.78	1.7	29	14	40	*	104,856	3.8	7,331	392,749	4.5	55.35%	
155	S202450	Selangor	LANGAT	1955	12.11	6.92	3.4	12	8	30	*	44,500	4.7	7,501	192,470	5.1	48.13%	
156	S203510	Selangor	LANGAT	1950	3.20	8.40	1.4	15	8	30	*	3,774	5.4	7,501	99,888	24.7	181.63%	
157	S204870	Selangor	LANGAT	1964	54.50	7.38	1.9	33	15	30	*	299,056	5.4	7,501	1,043,043	4.9	48.43%	
158	S300470	N. Sembik	PD	1950	9.35	8.90	3.6	23	6	30	*	154,013	2.2	4,213	151,802	1.9	21.87%	
159	S300960	N. Sembik	PD	1950	6.27	8.55	3.4	23	6	30	*	80,827	2.2	9,914	505,097	6.9	62.31%	
160	S301190	N. Sembik	PD	1950	4.84	8.45	4.0	23	6	0	*	0	2.2	8,816	0	0.0	0.00%	
161	S302050	N. Sembik	SEREMBAN	1950	8.45	6.78	2.1	23	6	20	*	92,898	2.2	8,816	421,194	5.3	45.84%	
162	S302160	N. Sembik	SEREMBAN	1950	6.31	6.90	2.4	23	7	20	*	78,476	2.2	6,816	335,215	5.0	44.17%	
163	S302340	N. Sembik	SEREMBAN	1940	6.70	8.10	2.8	23	7	30	*	123,571	2.2	6,816	279,017	3.1	32.48%	
164	S403450	Selangor	PETALING	1950	6.55	9.70	2.1	25	23	30	*	58,069	11.3	8,200	112,499	2.7	29.67%	
165	S403570	Selangor	PETALING	1960	3.05	6.90	4.0	25	23	40	*	245,734	11.3	8,200	-24,385	0.9	9.23%	19.15%
166	S801510	Perak	HLR PERA	1950	5.60	6.80	3.6	34	11	30	*	64,376	1.0	5,347	415,560	7.1	65.89%	
167	S801620	Perak	HLR PERA	1950	3.67	6.90	2.1	44	26	20	*	92,839	1.0	5,347	261,652	3.7	35.16%	
168	S803340	Perak	BTG PADA	1950	4.97	6.70	2.9	43	17	20	*	87,548	3.5	4,288	322,500	4.5	39.16%	
169	S901000	Perak	BTG PADA	1950	4.88	6.70	3.3	999	999	30	*	41,585	19.4	5,031	4,269,832	98.1	485.95%	
170	S901070	Perak	BTG PADA	1950	4.71	6.70	3.3	999	999	30	*	55,562	19.4	5,031	2,328,638	38.6	194.30%	
171	S901430	Perak	BTG PADA	1950	3.90	7.20	3.7	999	999	40	*	115,892	19.4	5,031	2,097,401	17.2	170.47%	
172	S901580	Perak	BTG PADA	1950	7.63	6.75	2.4	999	999	30	*	34,195	19.4	5,031	3,113,197	81.2	363.77%	
173	S901890	Perak	BTG PADA	1950	9.53	6.74	3.3	999	999	30	*	98,980	19.4	5,031	6,224,150	60.5	310.49%	
174	S902030	Perak	BTG PADA	1950	3.56	6.60	2.6	999	999	30	*	31,208	19.4	5,031	2,001,496	58.5	272.27%	
175	S902230	Perak	BTG PADA	1950	8.21	6.65	2.9	999	999	30	*	43,586	19.4	5,031	3,238,448	67.6	310.16%	
176	S902690	Perak	BTG PADA	1950	6.80	7.20	2.1	999	999	30	*	33,989	19.4	5,031	2,913,281	77.8	350.60%	
177	S902920	Perak	BTG PADA	1950	8.77	6.75	2.9	999	999	30	*	88,916	19.4	5,031	3,314,761	34.4	178.23%	
178	S903120	Perak	BTG PADA	1950	23.18	6.70	3.2	999	999	30	*	338,530	19.4	5,031	10,173,230	29.4	164.70%	
179	S905010	Pahang	LIPIS	1961	122.36	6.50	1.8	999	999	30	*	230,969	19.4	5,031	15,254,530	60.2	295.57%	
180	S905290	Pahang	LIPIS	1930	6.05	6.90	2.1	999	999	40	*	73,960	19.4	5,031	5,721,555	74.1	627.21%	
181	S906010	Pahang	LIPIS	1930	6.35	6.95	1.0	999	999	40	*	70,502	19.4	5,031	5,888,534	80.0	675.88%	
182	S0060370	Perak	MAVJENG	1930	3.14	4.60	4.0	48	19	45	*	177,568	5.7	3,658	1,201,943	7.6	89.14%	
183	S001330	Perak	MAVJENG	1960	5.02	6.40	2.9	48	19	20	*	35,484	5.7	3,658	416,472	12.1	83.22%	
184	S005070	Perak	LAWASELA	1950	27.14	6.70	3.2	16	21	20	*	40,274	3.0	1,555	3,879	1.1	12.45%	
185	S005220	Perak	LAWASELA	1960	7.01	6.70	1.9	16	21	20	*	14,198	3.0	5,138	18,533	2.2	21.30%	
186	S005740	Perak	LAWASELA	1960	21.95	6.90	3.3	11	4	20	*	30,319	5.7	5,138	199,008	5.1	45.51%	
187	S006050	Perak	LAWASELA	1950	5.03	5.64	2.9	82	34	20	*	99,393	5.7	5,138	1,067,469	11.2	75.65%	
188	S403300	Pahang	JERANTUT	1930	12.31	6.30	2.6	201	57	30	*	98,976	5.4	1,251	1,402,332	14.4	105.80%	
189	S403990	Pahang	JERANTUT	1930	11.91	6.15	3.1	201	57	30	*	90,084	5.4	1,251	1,383,025	15.5	112.64%	
190	S404270	Pahang	JERANTUT	1930	10.91	5.50	3.7	65	20	40	*	85,528	5.4	1,251	460,128	6.1	70.66%	
191	S404340	Pahang	JERANTUT	1930	6.21	5.70	2.6	65	20	30	*	138,790	5.4	1,251	177,131	2.2	29.76%	
192	S405550	Pahang	JERANTUT	1930	6.31	6.65	2.8	65	20	30	*	64,514	5.4	1,251	259,772	4.8	44.30%	
193	S406250	Pahang	JERANTUT	1930	4.89	5.60	4.0	61	20	45	*	145,518	5.4	1,251	173,426	2.2	23.36%	
194	S701200	Kedah	K. MUDA/S	1930	6.05	6.80	1.3	33	16	40	*	3,070	4.4	6,483	245,836	72.8	1032.41%	
195	S701230	Kedah	K. MUDA/S	1940	12.26	6.80	2.4	33	16	40	*	45,880	4.4	6,483	326,008	7.4	94.91%	
196	S701690	Kedah	K. MUDA/S	1968	91.52	7.30	2.4	63	6	30	*	225,672	4.4	6,483	2,958,772	12.8	101.55%	
197	S702060	Kedah	BALING	1950	7.16	6.90	1.0	60	28	20	*	60,548	4.4	5,541	268,928	5.0	40.42%	
198	S702230	Perak	HLR PERA	1950	5.88	7.02	2.8	35	15	20	*	124,160	-3.3	5,347	287,906	3.2	32.41%	
199	S701790	Perak	HLR PERA	1970	44.36	7.34	1.7	35	8	20	*	58,342	-3.3	3,851	217,283	2.2	24.11%	
200	S702430	Perak	BTG PADA	1950	3.88	5.60	4.0	37	24	40	*	103,964	-3.3	3,851	50,891	1.5	13.72%	
201	S702330	Perak	K. FANGS	1950	6.35	5.70	2.6	119	56	20	*	63,097	5.0	2,946	831,943	13.5	91.51%	
202	S702430	Perak	K. FANGS	1950	5.34	5.80	4.0	18	8	40	*	90,950	5.5	3,259	108,170	2.1	26.59%	
203	S704020	Perak	HULU PER	1950	6.35	5.60	3.4	103	56	20	*	157,928	5.5	2,333	383,989	3.2	29.42%	
204	S704110	Perak	HULU PER	1950	3.23	5.60	2.6	103	56	20	*	80,043	5.5	2,333	294,540	4.6	37.97%	
205	S704750	Perak	HULU PER	1950	9.34	7.00	3.7	103	56	30	*	89,458	8.0	1,974	660,005	8.0	63.54%	
206	S706390	Perak	HULU PER	1950	3.07	5.70	3.7	150	90	30	*	50,522	8.0	1,974	470,117	9.8	73.98%	
207	S801090	N. Sembik	SEREMBAN	1950	9.62	6.95	3.4	36	4	20	*	117,552	6.8	3,649	451,727	4.6	38.72%	
208	S801190	N. Sembik	SEREMBAN	1950	4.64	5.00	2.6	36	4	20	*	63,793	6.8	3,649	308,452	5.6	44.12%	
209	S801410	N. Sembik	SEREMBAN	1950	3.68	5.06		36	4	0	*	0	6.8	3,649	0	0.0	0.00%	
210	S801830	N. Sembik	SEREMBAN	1950	3.75	6.92	2.3	37	5	20	*	59,530	7.4	3,649	287,251	5.6	43.88%	
211	S802160	N. Sembik	SEREMBAN	1950	3.70	6.34	1.7	85	18	20	*	53,468	7.4	3,649	679,080	13.0	81.78%	
212	S802600	N. Sembik	JELEBU	1950	3.00	8.20	2.9	85	18	20	*	213,518	7.4	3,649	427,301	2.9	27.01%	
213	S802840	N. Sembik	JELEBU	1960	3.08	6.29		1	0		*	0	7.4	3,649	0	0.0	0.00%	
214	S803735	N. Sembik	JELEBU	1950	9.72	4.40	5.0	63	55	40	*	397,818	8.1	3,376	-12,338	1.0	10.53%	14.33%
215	S803990	N. Sembik	JELEBU	1930	9.62	4.81	2.9	63	55	30	*	82,578	8.1	3,376	238,946	3.7	35.59%	
216	S804640	N. Sembik	JELEBU	1950	9.51	6.21	4.0	18	9	40	*	178,706	8.1	3,376	67,933	1.4	16.34%	

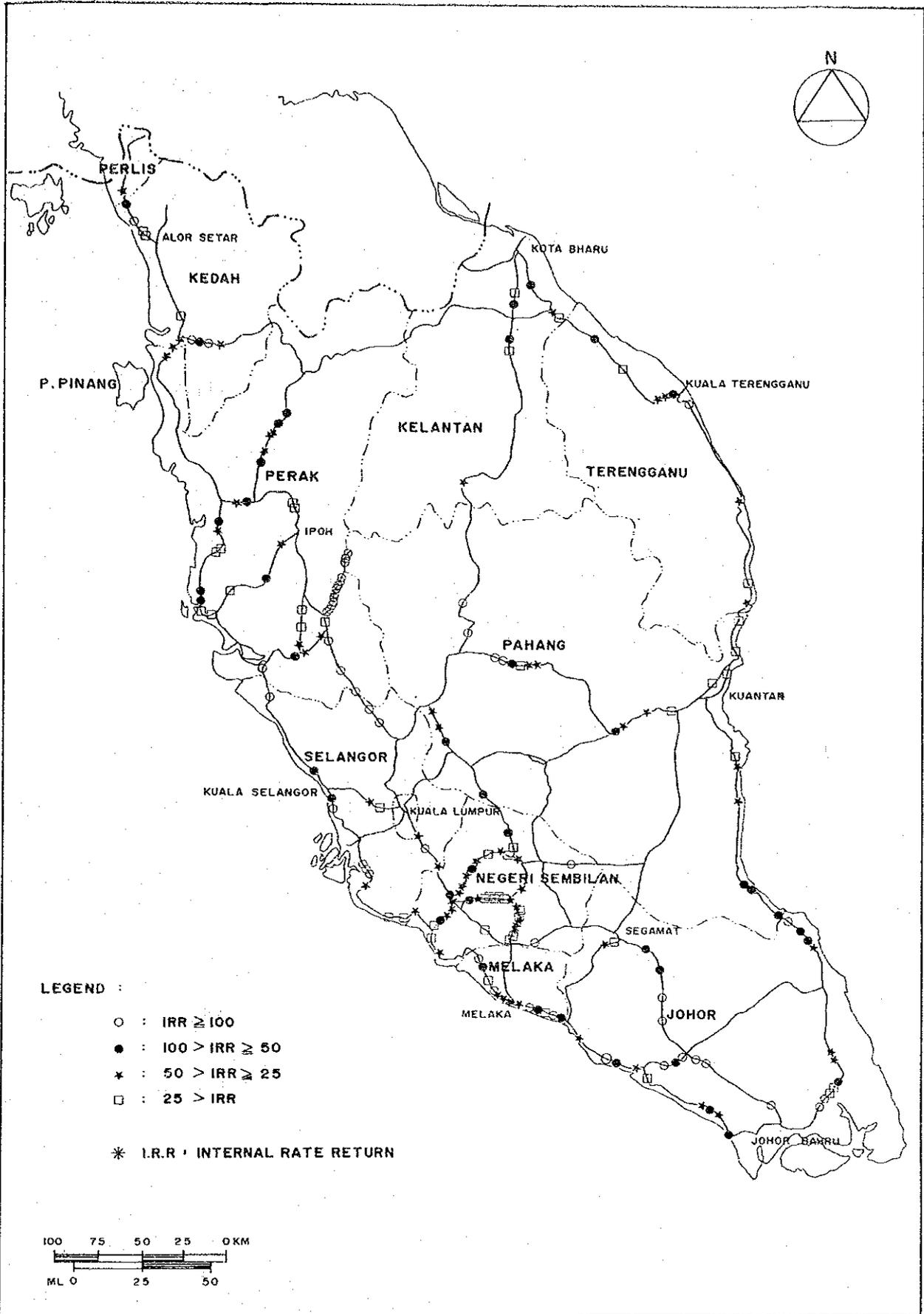


Figure 15-6 IRR Distribution for Individual Bridges

(3) 州別の評価

州別の経済評価結果を表15-7に、また州別の内部収益率、プロジェクト費用を図15-7に示す。州別の内部収益率は26～99%の間に分布し、州別に見た場合でもプロジェクトの実施は十分な妥当性を持つと考えられる。この中で、ペラ州は99%と最も高い値となったが、これは連邦道路59号線が通行不能となった場合に迂回路線が無いためである。また、パハン州の場合も幹線道路密度が低いため、82%と高い内部収益率を示す。反対に、内部収益率が26%と最も低い値となったトレンガヌ州の場合、修繕費用がプロジェクト全体事業費の、それぞれ10%、20%を占める架換えあるいは大規模修繕対策を有する橋梁があり、これが州全体の内部収益率を低下させている。

一方、州別のプロジェクト費用を見ると、トレンガヌ州が全体の35%を占め、パハン州が15%、ペラ州、ジョホール州がそれぞれ12%と続く。反対にペルリス州はわずか0.1%と小さい。

このように、州別の内部収益率だけに基づいて実施計画を策定すると、内部収益率やプロジェクト費用が州別に大きくばらついているため、前節で述べた同じ弊害を惹起する恐れがある他、実施計画全体から見て予算配分がばらつき、定常的な予算措置が難しくなる恐れがある。

15.5.4 感度分析

本調査では、対象橋梁が203橋と多数にのぼることから、既存の交通量データを活用したり、プロジェクト費用の積算も標準化した手法を適用した。しかし、こうした簡略な手法を採用した結果、交通量及び費用の過大（小）評価により誤った結論を導く可能性がある。このため、交通量及び費用にある幅の値を与え、その結果がどのように変動するかを把握することにより、プロジェクト実施の妥当性についての安定性を確認する必要がある。通常、このプロセスは感度分析と呼ばれる。

本調査では、交通量及び費用を以下に示すように変化させる。

- 1) 費用が15%増加した場合
- 2) 費用が15%減少した場合
- 3) 交通量が15%増加した場合
- 4) 交通量が15%減少した場合
- 5) 費用が15%増加し、交通量が15%減少した場合

Figure 15-7 IRR and Project Cost by State

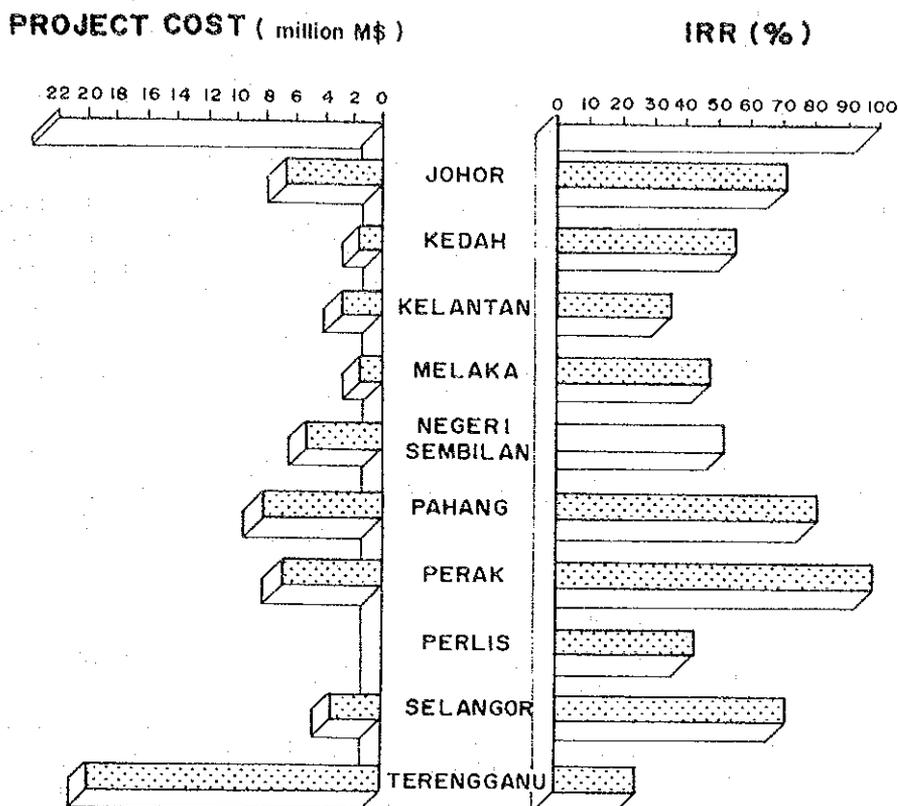


Table 15-7 IRR and Project Cost by State

STATE	NPV	BCR	IRR	PROJECT COST
Johor	44,324,310	8.4	72.90 %	6,827,790
Kedah	7,246,862	6.0	57.01 %	1,671,516
Kelantan	6,375,410	3.6	36.43 %	2,882,385
Melaka	5,663,845	5.1	48.94 %	1,625,577
N.Sembilan	22,787,010	5.9	53.01 %	5,429,610
Pahang	75,086,380	11.4	81.50 %	8,437,400
Perak	75,822,980	13.7	99.27 %	7,076,861
Perlis	148,106	3.9	43.69 %	57,705
Selangor	21,033,490	7.5	72.43 %	3,765,783
Terengganu	25,379,130	2.5	25.67 %	20,373,640
TOTAL	283,867,600	6.7	57.84 %	58,148,267

感度分析の結果を表15-8に示す。これから以下の点が明らかになる。

- 1) 内部収益率を向上するためには、交通量の増加よりも、修繕費用の削減の寄与が若干高い。
- 2) 内部収益率を低下させる要因としては、修繕費用の増加よりも交通量の減少の寄与が若干高い。
- 3) 修繕費用が15%増加し交通量が15%減少する最悪のケースでは、内部収益率は標準的なケースの76%に減少する。従って、標準的なケースにおいて内部収益率が14.5%以下の場合、最悪のケースを想定すると内部収益率が11%以下に低下する可能性がある。これに該当する橋梁は12橋だけであり、プロジェクトの実施は依然として十分な妥当性をもつ。

15.5.5 結 論

203橋を対象にした経済評価の結果から、下記のことが結論付けられる。

- 1) 1994年実施の場合に調査対象橋梁の97%が、1999年実施の場合には調査対象橋梁の99%が、それぞれフィージブルであると判断されることから、プロジェクトの実施は全体として十分な妥当性を持つ。
- 2) 1994年事業実施の場合、内部収益率が11%に達しない橋梁が6橋あるが、修繕対策を実施することにより、全国幹線道路網の維持などの定量化できない便益が付加されることを考慮すると、これらの橋梁も本プロジェクトに含め、修繕対策を実施する必要がある。更に、事業実施時期を繰り下げることにより、これらの橋梁の内部収益率も向上する。
- 3) 計算した内部収益率やその他の指標のみを用いて、路線別あるいは州別に実施計画を策定すると、修繕事業が特定の地域の橋梁に集中する結果、次のような弊害を惹起することが予想される。従って、これらのことを考慮して総合的に実施計画を策定する必要がある。

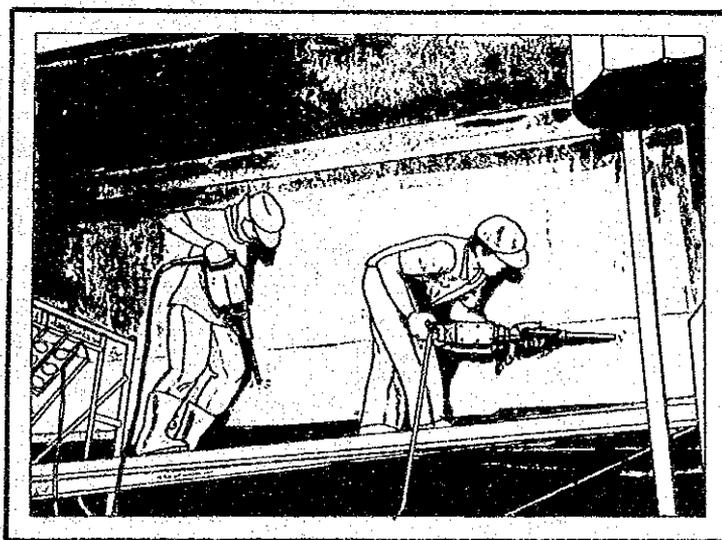
- ・ 特定の路線区間での円滑な交通が著しく妨げられる。
- ・ 工事を実施する地方の施工業者の量的な施工能力を越える可能性がある。
- ・ 工事を監理する州、地方のJKRの技術者が不足する恐れがある。

Table 15-8 Sensitivity to Fluctuation in Cost and Traffic

No.	Key	Equip Age	Project Cost	16-hr Traffic (1988)	Base Case IRR(%)	Cost increased		Cost decreased		Traffic increased		Traffic decreased		Cost increase 15%		Cost decrease 15%	
						by 15% IRR(%)	% of Base IRR(%)	by 15% IRR(%)	% of Base IRR(%)	by 15% IRR(%)	% of Base IRR(%)	by 15% IRR(%)	% of Base IRR(%)	by 15% IRR(%)	% of Base IRR(%)	by 15% IRR(%)	% of Base IRR(%)
1	114920	30	189,701	7,758	86.6%	77.8%	89.9%	98.0%	113.2%	96.1%	111.0%	76.7%	88.6%	69.0%	79.7%	79.7%	
2	161140	40	676,314	8,937	20.9%	17.7%	84.7%	25.0%	119.8%	24.3%	116.4%	17.3%	82.9%	14.5%	69.2%	69.2%	
3	166510	40	843,424	2,946	48.7%	42.6%	87.4%	57.0%	116.9%	55.7%	114.3%	41.7%	85.6%	36.5%	74.8%	74.8%	
4	237200	30	375,724	12,593	21.2%	18.6%	87.6%	24.5%	115.6%	23.9%	112.4%	18.4%	86.6%	15.9%	75.1%	75.1%	
5	317000	20	3,449,112	2,064	71.5%	63.8%	89.3%	81.8%	114.4%	79.8%	111.6%	63.1%	88.2%	56.5%	79.0%	79.0%	
6	319110	20	492,789	2,064	72.8%	66.2%	90.9%	81.5%	111.9%	79.4%	109.1%	65.8%	90.5%	59.9%	82.2%	82.2%	
7	341800	30	1,335,912	4,206	13.2%	11.1%	84.2%	15.8%	119.8%	15.3%	116.3%	10.9%	82.3%	8.9%	67.6%	67.6%	
8	346740	30	5,568,216	8,656	31.4%	28.1%	89.7%	35.5%	113.3%	34.9%	111.1%	27.7%	88.3%	24.8%	79.0%	79.0%	
9	520850	40	40,599	13,061	170.6%	150.4%	88.1%	197.9%	116.0%	193.1%	113.2%	147.9%	86.7%	130.5%	76.5%	76.5%	
10	546560	20	36,715	7,986	126.4%	108.8%	86.1%	151.3%	119.8%	141.2%	111.8%	111.4%	88.1%	96.0%	76.0%	76.0%	
11	546980	40	1,146,765	7,986	56.8%	49.6%	87.4%	66.3%	116.8%	64.8%	114.1%	48.6%	85.7%	42.5%	74.8%	74.8%	
12	563880	20	205,278	3,755	16.0%	13.8%	86.1%	18.8%	117.5%	17.8%	111.5%	14.0%	87.6%	11.9%	74.3%	74.3%	
13	567840	30	415,115	20,315	87.7%	78.9%	90.0%	99.3%	113.2%	97.4%	111.1%	77.7%	88.5%	69.9%	79.7%	79.7%	
14	834850	30	561,414	7,016	21.0%	18.5%	88.1%	24.2%	115.1%	23.7%	112.6%	18.2%	86.6%	15.9%	75.7%	75.7%	
15	5001070	40	128,231	10,064	102.2%	89.8%	87.9%	118.7%	116.2%	116.1%	113.6%	88.1%	86.3%	77.5%	75.9%	75.9%	
16	5803340	20	109,435	4,288	39.2%	35.2%	89.8%	44.4%	113.4%	43.5%	111.1%	34.7%	88.6%	31.2%	79.6%	79.6%	
17	5903120	30	423,163	5,031	164.7%	146.3%	88.8%	189.5%	115.0%	185.4%	112.6%	143.9%	87.3%	128.1%	77.8%	77.8%	
AVERAGE			15,997,907				88.0%		115.8%		112.6%		87.0%		76.3%	76.3%	
STD. DEVI							1.8%		2.4%		1.9%		2.0%		3.6%	3.6%	

第 1 6 章

実施計画の策定



第16章 実施計画の策定

16.1 概 要

第15章で行った経済評価に基づき、全ての調査対象橋梁は技術的及び経済的に実施可能であり、対象橋梁の事業実施は、第6次マレーシアプラン（1991-1995）に強調されているように政府の施策に従って早期に行われるべきである。しかし、全203橋の調査対象橋梁は、マレーシア半島の広範囲に散らばっており、しかも、各橋梁の修繕対策の規模も単なる補修から全面的な橋梁架換えまで、あるいは構造的、機能的及び河川工学的な面からの複合的な修繕対策など、極めて変化に富んでいる。

従って、本事業の実施を効果的に、また円滑に具体化するために、本章では実施計画立案の基本的骨子、財務計画、詳細設計及び事業の運営と組織について述べる。

16.2 計画立案の骨子

実施計画の立案に先立ち、事業実施期間や事業の区分などの計画立案に関わる基本的骨子を下記に詳述する。

16.2.1 事業実施期間

一般に、技術的及び経済的に実施可能な事業の実施期間は、詳細設計、入札・契約、用地買収などの準備期間及び施工工期を考慮して決定される。更に、施工業者の能力や施工業者数及び必要な事業資金を確保するための政府の予算措置能力なども考慮される。

上記要素の中で、本事業の実施期間を決定するための重要な要素は、主に政府の予算措置能力と技術的側面である。後者は、事業実施が遅れるに連れ、調査対象橋梁の構造安全性の低下や交通障害となる危険性が徐々に増大することになる。

財務的視点から、1991年から1995年の第6次マレーシアプランにおいて、政府は道路・橋梁事業に合計5,577.6百万マレイシア・リンギットを計上している。全連邦道路橋数の12分の1⁽¹⁾を占める本事業の事業費は58百万マレイシア・リンギットであり、事業実施期間を5年間と想定すると、それは第6次マレーシアプランで計上された道路橋梁開発予算の約1.0%に相当する。従って、マレーシア政府は本プロジェクトの実施に必要な事業資金の予算措置を講ずることが十分できるものと考えられる。

一方、日本の年間橋梁維持・修繕費は道路橋梁開発事業費全体の約4.5%である。この4.5%の12分の1は0.38%となり、それはマレーシアの場合の1.0%と同基準の数値である。マレーシアの1.0%と日本の0.38%を比較すると、1.0%はマレーシアと日本の開発水準の違いを考慮すると極めて高い数値と言えるが、橋梁が建設されて以来、実質的な維持がほとんどなされておらず、修繕対策も行われなかったために蓄積した維持・修繕費用の結果として、許容し得る数値であると考えられる。

註記：(1)本事業は全連邦道路橋数の12分の1の橋を対象としている。

技術的な視点から、調査対象橋梁はNALSで損傷評点3、4及び耐荷力不足と評価されており、緊急な修繕を必要としている。また、本調査結果からも、調査対象橋梁の全てが何らかの劣化・損傷を受けており、交通安全性の低下や落橋の危険性をなくすために緊急の修繕対策が必要であると判明した。

従って、主に政府の予算措置能力と技術的側面から、事業実施期間として5年が妥当であると考えられる。

16.2.2 事業区分

本調査対象の橋梁数は全体で203橋と多く、また実施期間が5年であることを考慮して、全体を5グループに区分することが基本となる。経済評価のなかで、事業区分を策定する際に、路線や州を基本に対象橋梁を割り振るならば多くの悪影響があることが指摘されている。これらの悪影響は、予算配分の不均衡、円滑な交通の流れを阻害すること、事業量に対して建設業者の施工能力を超える可能性があること及び連邦レベルから州、郡レベルへの技術移転の効果が薄いことなどである。

従って、上記問題点を考慮し、事業区分は下記の基本方針に基づいて行う。

- ・各橋梁の着工優先順位は、基本的にその内部収益率により決定する。
- ・事業区分を行うにあたって、特定の路線区間や地域内への事業実施対象橋梁の集中的な配置は避ける。これは、現状の円滑な交通の流れを阻害したり、特定の施工業者への過度な負荷、管理・監督のための政府職員の不足を回避するためである。
- ・本事業の実施を通して、多数の政府要員を育成するのみならず、JKRの技術者や技能者の能力の向上を図るために、連邦JKRから州、郡JKRに維持・修繕技術を移転することが不可欠である。また、技術移転は集中的に行うよりも継続的に実施する方が有効であると考えられる。従って、プロジェクト実施期間中、毎年プロジェクトに参画する機会を生み出す意味で、一つの州や郡内の事業実施対象橋梁数を5年間の事業期間にわたって均等に割り振るものとする。

上記の基本方針に基づき、203橋を5事業区分に分割した。各グループ毎の全体経済指標と共に各事業区分をまとめて表16-1に示す。各グループの橋梁の一覧表と位置図を表16-2から表16-5及び図16-1から図16-5に示す。

Table 16-1 Summary of Each Package

Package No.	No's of Bridges	Total Project Cost (M\$)	Overall Economic Index		
			IRR	BCR	
I	64	10,480,400	94.9%	12.03	
II	46	11,306,579	77.7%	10.01	
III	37	13,998,253	45.3%	5.14	
IV	29	11,508,034	38.7%	4.13	
V	27	10,855,002	28.6%	2.82	
TOTAL	5	203	58,148,268	57.8%	6.75
	=====	=====	=====	=====	=====

Table 16-2 List of Bridges Under Package I

No.	Key	State	District	Year Built	Max. Span (m)	No of Spans	Bridge Length (m)	Type of Bridge	Rehabilitation Plans <#1				Direct Cost (RM)	Project Cost (RM)	IHR (%)	Total Amount of Each State (RM)	
									RC	WD	RF	PR					
1	0012330	Johor	J. BAHRU	1955	1.00	2	3.60	BOX				3,820	6,433	2571.05	1,404,835		
3	00108990	Johor	KUDANG	1937	2.18	1	2.18	BOX				3,732	8,351	1221.65			
43	0011745	Johor	MENJANG	1935	3.07	1	3.07	BOX				69,534	145,377	457.04			
4	00112320	Johor	BATU PAHAY	1935	4.27	1	4.27	BOX				28,852	45,129	243.16			
34	00503430	Johor	K. TINGGI	1940	4.90	1	4.90	BOX				48,790	79,807	197.01			
141	00502360	Johor	BATU PAHAY	1940	4.78	1	4.75	BBB				63,353	108,450	139.64			
8	00115760	Johor	SEGAMAT	1953	8.93	3	20.34	PCB				142,271	239,015	111.71			
88	00502980	Johor	PONTIAN	1966	11.86	4	47.52	PCB				358,384	580,232	77.21			
75	00818650	Johor	MUDAH	1968	8.30	3	17.82	PCB				84,416	106,219	29.58			
194	00701200	Kedah	K. MUDASARIK	1950	6.04	3	8.06	PCB				115,508	3,837	1032.41		299,700	
109	00701810	Kedah	REK. PASU	1970	30.32	3	46.60	PCB				120,060	194,060	98.00			
24	00104800	Kedah	KOTA SETAR	1950	5.20	1	5.20	PCB				80,803	101,813	41.74			
122	00839600	Kelantan	MACHANG	1960	8.99	2	12.02	PCB				47,848	90,385	99.24	357,614		
85	00398300	Kelantan	P. PUTEH	1958	4.84	2	9.88	PCB				115,329	183,753	91.15			
121	00394950	Kelantan	KUALA KRAI	1960	3.34	1	3.34	PCB				49,607	83,678	56.60			
77	00812650	Malaka	JASIN	1948	4.95	1	4.95	PRB				2,931	4,924	789.29			
65	00623300	Malaka	MELAKA TGH	1950	9.33	1	9.33	PRB				3,910	8,589	217.42			197,579
80	00520950	Malaka	JASIN	1950	4.27	1	4.27	PRB				24,158	49,569	190.56			
89	00624950	Malaka	ALOR GAJAH	1950	1.85	1	1.85	BOX				4,439	7,438	114.58			
87	00624420	Malaka	MELAKA TGH	1950	3.03	1	3.03	HCS				68,181	97,744	78.29			
84	00622760	Malaka	M. P. MELAKA	1930	7.47	1	7.47	SBE				23,979	40,265	29.88			
137	01166770	N. Sembilan	JEMPUL	1970	6.18	3	18.32	PRB				48,745	81,892	833.50		1,163,618	
10	00123250	N. Sembilan	YAPIN	1940	6.78	1	6.70	PCB				3,928	8,598	315.88			
135	00506400	N. Sembilan	JELUJU	1935	10.70	5	36.70	PCB				187,815	332,826	98.00			
211	00622180	N. Sembilan	BEREMBAN	1960	3.70	1	3.70	SBB				35,753	66,835	61.78			
140	00101380	N. Sembilan	BEREMBAN	1940	3.31	1	3.31	SBB				31,367	66,287	79.30			
159	00305950	N. Sembilan	P. DICKSON	1950	6.27	1	6.27	SBB				60,139	101,094	82.31			
153	00103350	N. Sembilan	K. PILAH	1950	6.62	2	16.09	SBB				84,362	138,528	49.59			
127	00601880	N. Sembilan	K. PILAH	1950	9.07	2	18.14	SBB				182,113	305,950	45.41			
11	00128254	N. Sembilan	PEMBAU	1950	9.28	1	9.28	SBC				27,476	48,160	24.48			
181	00505010	Pahang	LIPIS	1930	6.35	1	6.35	SBB				32,437	68,128	675.58	1,735,839		
190	00505298	Pahang	LIPIS	1930	6.05	1	6.05	SBB				35,050	92,450	82.21			
189	00403500	Pahang	JERANTUT	1950	11.91	1	11.81	SBB				67,627	112,605	112.84			
117	00613470	Pahang	K. LIPIS	1960	11.87	1	11.87	PRB				106,183	176,354	107.01			
45	00318110	Pahang	KOMPIN	1962	30.48	7	121.98	PCB				293,327	492,799	72.79			
138	00611800	Pahang	BEYOTANG	1951	10.77	4	32.98	SBB				168,482	279,859	71.15			
27	00228540	Pahang	MARAH	1925	8.78	1	8.78	SBB				59,269	89,574	57.12			
29	00230850	Pahang	KUANTAN	1987	8.40	1	8.40	PRB				11,724	70,056	49.37			
114	00803050	Pahang	RAUB	1950	9.04	2	18.08	SBB				133,607	224,480	34.93			
49	00326920	Pahang	PEKAN	1965	5.73	1	5.73	PRB				56,172	97,729	30.84		1,327,413	
15	00149820	Perak	BTG PADANG	1983	12.06	3	36.24	IT				48,859	91,747	205.77			
186	00501000	Perak	BTG PADANG	1950	4.66	1	4.66	SBC				30,841	51,361	488.05			
14	00148620	Perak	BTG PADANG	1982	2.40	1	2.40	BOX				2,159	3,825	433.32			
102	00532880	Perak	H. PERAK	1980	2.48	2	4.92	BOX				35,877	59,837	323.80			
201	07802330	Perak	K. KANGSAR	1950	6.35	1	6.35	SBB				46,947	78,871	91.51			
182	00500970	Perak	MANJUNG	1930	3.14	1	3.14	SBE				132,117	221,957	69.14			
105	00607940	Perak	KINTA	1980	8.08	2	12.12	PRB				247,092	415,118	87.70			
21	00168220	Perak	LRT MAYANG	1945	5.87	1	5.87	SBB				87,093	146,318	80.41			
197	00938050	Perak	LAKSASAMA	1950	3.08	1	3.08	SBB				73,653	124,241	78.88			
208	07808990	Perak	HULU PERAK	1950	3.07	1	3.07	SBB				67,501	83,153	78.98			
168	00601810	Perak	HUK PERAK	1950	5.60	1	5.60	SBB				47,899	60,470	65.69			
111	00706330	Perlis	PERLIS	1983	24.60	1	24.60	PCB				34,348	57,708	43.69	57,708		
12	00145100	Selangor	ULU B'GOR	1935	1.85	1	1.85	SBE				1,818	2,715	2408.45		735,780	
68	00412110	Selangor	K. LANGAT	1950	4.73	1	4.73	SBB				52,711	88,554	328.68			
98	00540310	Selangor	K. LANGAT	1950	6.29	1	6.29	SBB				65,857	145,920	219.87			
158	00203510	Selangor	O. LANGKAT	1950	1.80	2	3.20	BOX				2,008	4,717	181.83			
89	00548540	Selangor	K. SELANGOR	1965	10.64	3	30.64	PCB				21,854	36,715	126.35			
184	00403480	Selangor	PETALING	1950	8.56	1	8.56	HCS				43,206	72,598	29.67			
92	00534570	Selangor	SEPARANG	1980	6.95	4	22.54	PCB				240,817	404,573	16.88			
37	00354830	Terengganu	K. TEPE NGAU	1983	5.95	3	17.85	PRB				57,151	98,614	112.01			3,158,117
58	00356790	Terengganu	K. TEPE NGAU	1959	5.90	9	53.10	PRB				46,590	78,271	83.84			
62	00363650	Terengganu	BESUT	1985	5.84	1	5.84	PRB				38,061	63,378	58.10			
55-1	00348740	Terengganu	DUNGUIN	1973	30.50	9	132.28	PCB				692,824	1,563,244	31.38			
54	00541800	Terengganu	KEMAMAN	1955	12.16	3	36.14	PCB				788,168	1,335,812	13.18			
									Grand Total				6,238,332	10,480,400		10,480,400	

Note : <#1 RC Means Reconstruction (Total Replacement)
 WD Means Widening Carriageway or Adding Sidewalk
 RF Means Reinforcement Work
 PR Means Protection Work
 <#2 Construction of this bridge is divided into two subpackages consisting of bridge and hydraulic rehabilitation.
 This work is carried out in two consecutive years.

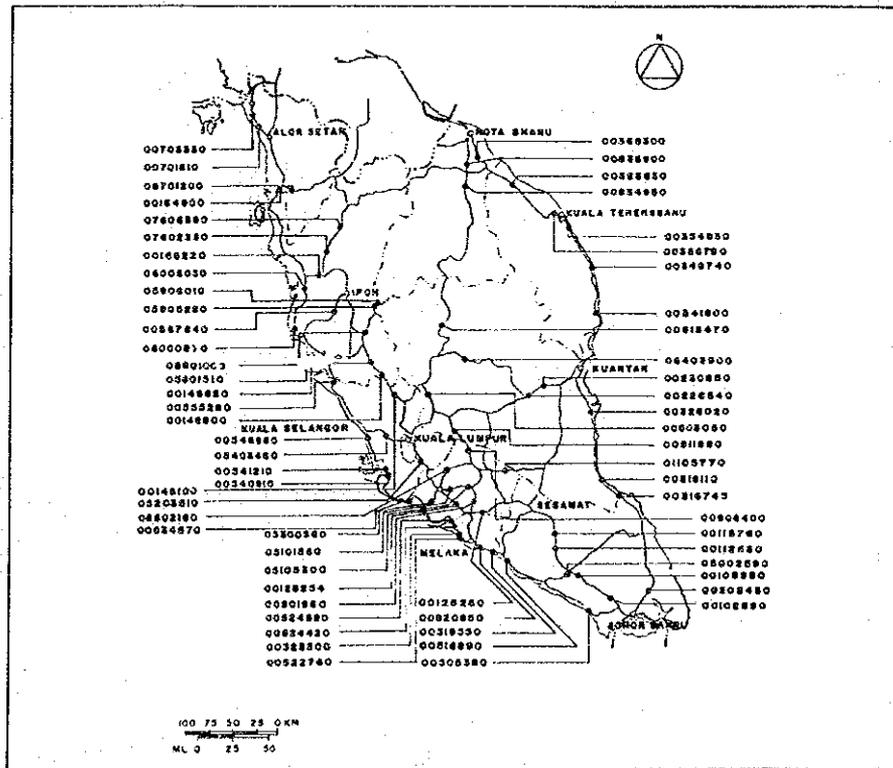


Figure 16-1 Location Map of Bridges Under Package I

Table 16-3 List of Bridges Under Package II

No.	Key	State	District	Year Built	Max. Span (m)	No of Spans	Bridge Length (m)	Type of Bridge	Rehabilitation Plans <#1			Direct Cost (M\$)	Project Cost (M\$)	IRR (%)	Total Amount of Each State (M\$)
									RC	WD	RF				
2	00100100	Johor	KUANG	1954	15.90	3	27.40	RCB			*	77,104	125,535	147.07	1,368,723
33	00300220	Johor	K. TINGGI	1940	4.84	1	4.84	SBE			*	49,955	83,924	139.19	
73	00514370	Johor	BATU PAHAT	1950	6.31	1	6.31	RCB		*	*	42,532	71,151	106.50	
142	05001070	Johor	BATU PAHAT	1919	4.77	1	4.77	SBB		*	*	76,508	128,231	102.15	
6	00114920	Johor	SEGAMAT	1955	6.43	2	12.86	RCB		*	*	112,817	182,701	98.55	
41	00313520	Johor	SEGAMAT	1955	6.43	2	12.86	RCB		*	*	114,609	182,543	98.18	
42	00314180	Johor	MERSING	1960	1.93	2	3.87	RCS		*	*	231,031	398,132	82.28	
37	00304590	Johor	MERSING	1964	4.50	2	11.03	PRB		*	*	90,971	152,831	55.06	
7	00115560	Johor	SEGAMAT	1947	2.44	2	4.89	BOX		*	*	31,354	52,675	53.94	
196	00701660	Kedah	KMUDA/SIK	1989	30.64	3	91.92	PCB		*	*	167,911	262,060	101.53	357,772
197	00702060	Kedah	BALING	1950	7.16	1	7.16	SBE		*	*	45,049	75,692	40.42	
64	00366890	Kalantan	P. PUTEH	1991	4.79	2	9.58	RCS		*	*	135,099	228,690	49.58	604,654
119	00622340	Kalantan	GUA MUSANG	1982	31.13	3	90.91	PCB		*	*	224,824	377,704	48.95	
76	00519080	Malaka	JASIN	1955	6.22	7	42.70	RCS		*	*	224,206	378,906	67.48	588,314
79	00520130	Malaka	JASIN	1960	6.46	1	6.46	PRB		*	*	7,449	12,514	64.32	
154	05200280	N. Sembilan	SEREMBAN	1932	4.06	1	4.06	SBB		*	*	77,929	130,820	55.35	1,054,410
147	05101680	N. Sembilan	SEREMBAN	1950	3.28	1	3.28	SBB		*	*	43,315	81,189	48.81	
136	00604330	N. Sembilan	K. PILAH	1960	7.77	1	7.77	SBB		*	*	52,984	89,690	37.83	
91	00544450	N. Sembilan	P. DICKSON	1965	9.63	4	38.52	RCB		*	*	158,906	268,794	37.78	
215	05903850	N. Sembilan	JELEBU	1930	9.82	1	9.82	SBB		*	*	61,442	103,223	35.60	
126	00301700	N. Sembilan	K. PILAH	1960	3.63	1	3.63	SBB		*	*	39,878	64,079	31.00	
128	00502270	N. Sembilan	K. PILAH	1950	3.11	1	3.11	SBB		*	*	38,833	61,547	28.06	
212	09600600	N. Sembilan	JELEBU	1950	3.00	1	3.00	SBB		*	*	158,968	268,696	27.01	
179	05005010	Pahang	LPIS	1981	30.74	4	122.36	PCB		*	*	171,852	298,711	295.57	1,401,281
189	06403300	Pahang	JERANTUT	1930	12.31	1	12.31	SBB		*	*	73,843	123,720	105.90	
118	00810120	Pahang	K. LPIS	1960	6.60	1	6.60	SBB		*	*	50,191	84,321	100.42	
113	00903350	Pahang	BENTONG	1950	3.47	1	3.47	SBB		*	*	36,947	61,903	71.02	
190	06404270	Pahang	JERANTUT	1950	10.91	1	10.91	SBB		*	*	63,637	108,910	70.86	
45	0019890	Pahang	JERANTUT	1960	5.97	2	11.94	PRB		*	*	84,013	141,142	64.98	
28	00208970	Pahang	IPOH	1965	3.03	1	3.03	BOX		*	*	82,285	138,188	46.82	
192	06406950	Pahang	JERANTUT	1930	6.31	1	6.31	SBB		*	*	48,001	80,642	44.30	
32	00237200	Pahang	KUANTAN	1960	8.60	3	28.70	SBC		*	*	223,645	375,724	21.21	
16	00151360	Perak	BTG PADANG	1960	9.08	7	63.56	RCB		*	*	90,341	151,773	300.99	1,410,936
172	05001580	Perak	BTG PADANG	1950	7.63	1	7.63	SBC		*	*	25,996	43,494	383.77	
176	05002960	Perak	BTG PADANG	1950	6.80	1	6.80	SBC		*	*	25,288	42,466	350.60	
100	00556900	Perak	H. PERAK	1968	7.33	1	7.33	RCS		*	*	45,136	75,826	297.62	
183	06201330	Perak	MANJUNG	1960	5.02	1	5.02	RCB		*	*	28,402	44,355	83.22	
205	07604750	Perak	HULU PERAK	1950	9.34	1	9.34	SBB		*	*	63,561	111,822	83.64	
22	00186310	Perak	LRT MATANG	1935	10.72	1	10.72	SBC		*	*	502,038	843,424	49.74	
186	06005740	Perak	LAMA SELAMA	1960	5.93	3	21.38	RCB		*	*	22,556	37,869	45.51	
13	00149600	Selangor	KAVI	1950	2.83	1	2.83	SBB		*	*	40,390	67,555	37.56	
97	00541020	Selangor	KLUANG	1963	12.13	3	25.91	IT		*	*	58,283	97,915	163.66	534,077
101	00546950	Selangor	K. LANGAT	1950	3.24	1	3.24	SBB		*	*	98,542	165,531	134.50	
60	00357270	Terengganu	K. TENGGAHANU	1957	5.69	2	11.79	PRB		*	*	161,078	270,611	89.22	
58	00357260	Terengganu	K. TENGGAHANU	1956	5.94	3	5.94	PRB		*	*	46,374	77,809	46.92	
55-2	00346740	Terengganu	DUNGUN	1973	30.50	9	152.28	PCB		*	*	50,746	86,263	33.38	
Grand Total											6,730,186	11,308,579		11,308,579	

Note: <#1 RC Means Reconstruction (Total Replacement)
 WD Means Widening Carriageway or Adding Sidewalk
 RF Means Reinforcement Work
 PR Means Protection Work
 <#2 Construction of this bridge is divided into two subpackages consisting of bridge hydraulic rehabilitations. These works is carried out in two consecutive years.

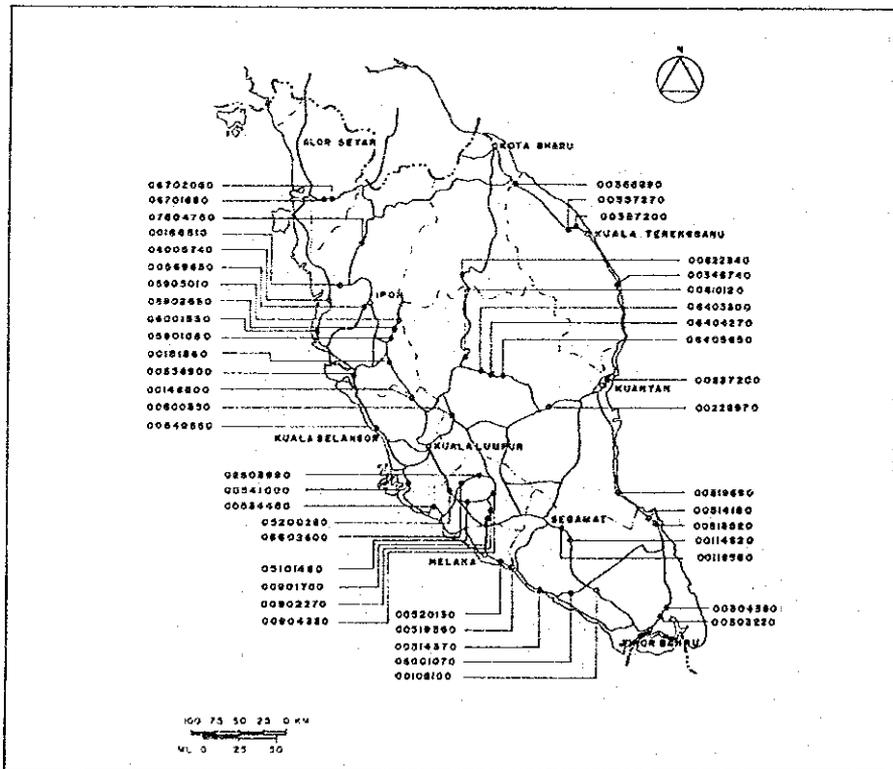


Figure 16-2 Location Map of Bridges Under Package II

Table 16-4 List of Bridges Under Package III

No.	Key	State	District	Year Built	Max. Span (m)	No of Spans	Bridges Length (m)	Type of Bridge	Rehabilitation Plans <*1				Direct Cost (M\$)	Project Cost (M\$)	IFR (%)	Total Amount of Each State (M\$)
									RC	WD	RF	PR				
72	00514300	Johor	BATU PAHAT	1900	10.45	3	22.07	IT				80,283	134,842	78.31	1,365,101	
143	00501860	Johor	BATU PAHAT	1950	5.05	1	5.05	SBB			*	70,318	118,131	67.69		
99	00507230	Johor	POHTIAN	1908	11.77	3	33.21	PCB			*	172,566	289,961	50.59		
38	00900390	Johor	K. TINGGI	1974	18.57	5	64.57	IT			*	186,007	312,492	47.35	367,214	
40	00313150	Johor	MERSING	1950	4.40	1	4.40	SBE		*	*	111,062	187,592	43.82		
39	00300710	Johor	K. TINGGI	1959	18.90	7	51.06	IT			*	203,621	342,063	40.15		
105	00701230	Kedah	K.MUDA/SIK	1940	6.13	2	12.26	RCB			*	34,137	57,350	59.41	581,414	
110	00702830	Kedah	KBG. PASU	1990	0.54	1	0.54	RCB			*	71,353	119,873	55.35		
23	00184400	Kedah	KOTA SETAR	1950	2.81	2	12.20	RCB		*	*	113,000	189,891	25.77		
126	00934850	Kalantan	KUALA KRAI	1990	4.63	3	13.71	FCS			*	334,178	581,414	21.02	450,910	
93	00521990	Malaka	MELAKA TGH	1969	7.10	2	14.28	RCB		*	*	154,369	259,369	38.49		
91	00521300	Malaka	MELAKA TGH	1950	6.90	1	6.90	RCB		*	*	119,370	200,542	29.51		
181	05302050	N.Sembilan	SEPEMBAN	1950	9.43	1	9.43	SBS		*	*	69,120	116,122	45.94	1,037,570	
162	05302190	N.Sembilan	SEPEMBAN	1950	6.31	1	6.31	SBB		*	*	58,390	96,095	44.17		
203	06901190	N.Sembilan	SEPEMBAN	1950	4.64	1	4.64	SBB		*	*	47,465	79,741	44.12		
89	00200600	N.Sembilan	P. DICKSON	1950	3.05	1	3.05	SBB		*	*	62,282	104,634	36.98	2,371,139	
133	009008190	N.Sembilan	JEMPUL	1950	9.54	1	9.54	SBB		*	*	61,149	102,730	27.12		
131	00902440	N.Sembilan	K. PILAH	1950	3.10	1	3.10	SBB		*	*	46,178	77,576	25.84		
148	05102080	N.Sembilan	K. PILAH	1950	4.74	1	4.74	SBB		*	*	53,697	90,211	24.79	1,456,730	
149	05102290	N.Sembilan	K. PILAH	1980	4.81	1	4.81	SBB		*	*	42,119	70,759	22.12		
124	00901390	N.Sembilan	K. PILAH	1950	5.74	1	5.74	RCB		*	*	44,238	74,320	20.39		
216	06901940	N.Sembilan	JELEBU	1950	9.51	1	9.51	SBB	*	*	*	132,968	223,383	18.34	2,371,139	
44-1	00317000	Perang	ROMPIN	1974	45.78	9	397.32	PCB <*2				1,411,392	2,371,139	71.49		
173	05601890	Perak	BTG PADANG	1950	9.50	1	9.50	SBC		*	*	73,648	123,725	310.49		
175	05902230	Perak	BTG PADANG	1950	8.21	1	8.21	SBC		*	*	32,430	54,482	310.18	1,456,730	
174	05902030	Perak	BTG PADANG	1950	3.56	1	3.56	SBC		*	*	23,220	39,010	272.27		
204	07804180	Perak	HULU PERAK	1950	3.23	1	3.23	SBB	*	*	*	50,556	100,054	37.97		
187	05901820	Perak	HLR PERAK	1950	3.67	1	3.67	SBB		*	*	89,077	116,049	35.16	1,146,765	
195	07000230	Perak	HLR PERAK	1950	5.89	1	5.89	SBB		*	*	92,381	155,200	32.41		
202	07802480	Perak	K. KANGSAR	1950	5.34	1	5.34	SBB		*	*	87,671	113,587	28.59		
17	00185590	Perak	KINTA	1970	1.81	2	3.62	BOX	*	*	*	299,271	501,095	24.48	5,212,410	
165	06005220	Perak	LAMA SELAMA	1980	7.01	1	7.01	RCB		*	*	10,564	17,748	24.30		
139	01800870	Perak	MANJUNG	1950	4.78	1	4.78	SBC	*	*	*	140,296	235,680	19.95		
100	00546080	Selangor	K. SELANGOR	1980	10.84	3	30.94	RCB		*	*	682,560	1,146,765	56.77	1,146,765	
53	00339210	Terengganu	KEMAMAN	1983	15.22	10	152.20	PCB		*	*	668,494	1,123,070	39.99		
61	00361490	Terengganu	BESUT	1980	6.01	3	18.03	PCB		*	*	95,131	181,500	23.44		
52-1	00338580	Terengganu	KEMAMAN	1955	28.03	16	219.13	PCB <*3	*			2,339,000	3,927,840	20.04	13,999,253	
37	Bridges								Grand Total			8,332,294	13,999,253			

Note : <*1 RC Means Reconstruction (Total Replacement)
 WD Means Widening Carriageway or Adding Sidewalk
 RF Means Reinforcement Work
 PR Means Protection Work
 <*2 This bridge is constructed continuously over a two year period.
 <*3 This bridge is constructed continuously over a three year period.

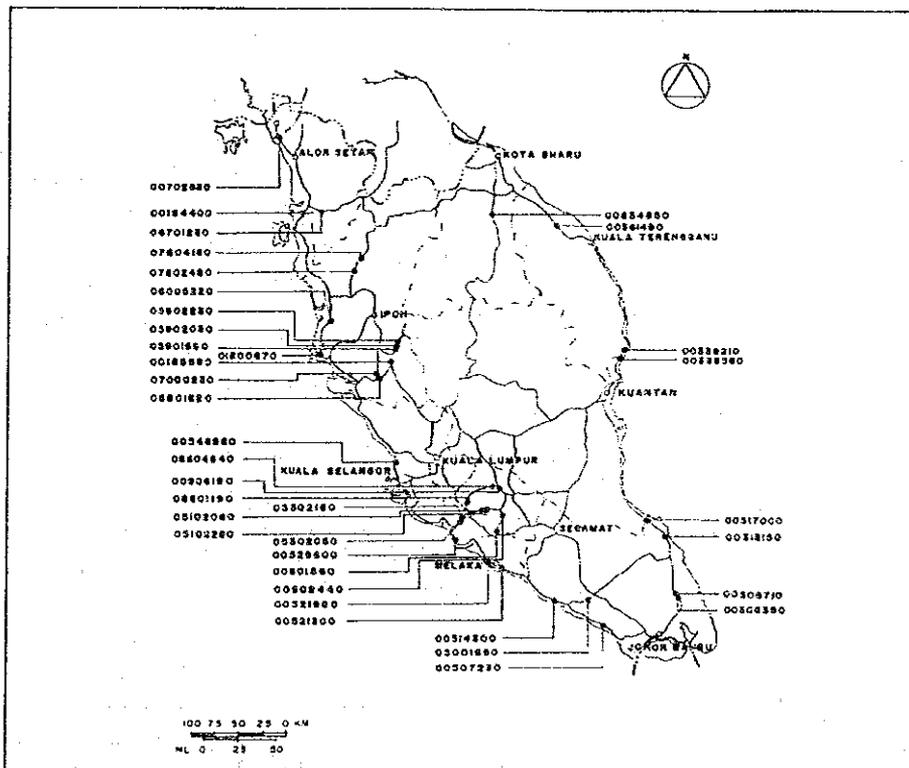


Figure 16-3 Location Map of Bridges Under Packages III

Table 16-5 List of Bridges Under Package IV

No.	Key	State	District	Year Built	Max. Span (m)	No of Spans	Bridge Length (m)	Type of Bridge	Rehabilitation Plans <#1				Direct Cost (M\$)	Project Cost (M\$)	IRI (%)	Total Amount of Each State (M\$)	
									RC	WD	RF	PR					
87	00500870	Johor	PONTIAN	1971	15.09	3	38.17	IT					201,899	339,358	43.75	1,297,301	
71	00512990	Johor	BATU PAHAT	1965	11.30	3	30.22	RCB					600,759	841,273	28.91		
140	02305040	Johor	SEGAMAT	1950	8.29	2	12.28	SBB			*		89,445	118,698	27.89		
23	00184980	Kedah	KOTA SETAR	1950	4.84	1	4.84	RCS					22,923	38,511	25.38	324,233	
28	00188210	Kedah	KOTA SETAR	1940	3.23	1	3.23	SBB			*		36,546	64,757	24.29		
107	00700860	Kedah	KOTA SETAR	1964	18.40	1	18.40	PCB		*	*	*	131,527	220,963	18.10		
83	00365980	Kelantan	P. PUTIH	1952	5.41	8	32.46	PRB			*	*	569,968	857,343	19.80	957,548	
82	00521710	Melaka	MELAKA TGH	1960	10.72	1	10.72	RCB		*	*	*	190,080	319,250	27.05		
210	08301830	N Sembilan	SEREMBAN	1950	3.75	1	3.75	SBB		*	*	*	44,293	74,412	43.66		
207	08901000	N Sembilan	SEREMBAN	1950	9.62	1	9.62	SBB		*	*	*	87,464	146,840	38.72	1,025,000	
163	05302340	N Sembilan	SEREMBAN	1940	6.70	1	6.70	SBB		*	*	*	81,843	154,464	32.48		
90	00532950	N Sembilan	P. DICKSON	1970	11.02	5	53.24	RCB			*	*	195,200	327,806	24.71		
152	05103630	N Sembilan	K. PILAH	1950	3.79	1	3.79	SBB		*	*	*	42,514	71,424	19.58	1,529,975	
150	05102380	N Sembilan	K. PRAH	1930	3.21	1	3.21	SBB		*	*	*	38,574	64,803	19.41		
130	00902430	N Sembilan	K. PRAH	1990	3.10	1	3.10	SBB		*	*	*	81,829	103,873	14.09		
134	00807010	N Sembilan	JELEBU	1930	6.38	1	6.38	SBB		*	*	*	49,659	81,747	14.01	1,420,990	
44-2	00317000	Pahang	ROMPIH	1974	45.78	9	397.32	PCB <#2			*	*	841,851	1,077,974	71.49		
193	08408280	Pahang	JERANTUT	1930	4.80	1	4.80	SBB		*	*	*	108,272	181,897	29.38		
47	00323070	Pahang	PEKAN	1935	10.42	3	31.28	RCB			*	*	108,330	181,994	29.17	1,297,301	
51	00337240	Pahang	KUANTAN	1957	8.58	1	8.58	RCS			*	*	50,661	85,110	19.11		
170	05901070	Perak	BTG PADANG	1950	4.71	1	4.71	SBC			*	*	41,341	69,453	194.30		
177	05902920	Perak	BTG PADANG	1950	8.77	1	8.77	SBC			*	*	65,158	111,148	178.23	1,420,990	
171	05901480	Perak	BTG PADANG	1950	1.95	2	3.90	SBC			*	*	88,229	144,865	170.47		
203	07804020	Perak	HULU PERAK	1950	8.35	1	8.35	SBB		*	*	*	124,277	208,785	29.42		
189	07001700	Perak	HULU PERAK	1970	14.80	3	44.38	IT			*	*	125,255	210,428	24.11	708,199	
19	00181140	Perak	KINTA	1950	9.77	2	19.11	SBB		*	*	*	402,568	678,314	20.69		
157	05204870	Selangor	U. LANGAT	1984	18.24	3	54.50	SBC			*	*	177,969	296,920	40.43		
155	05202450	Selangor	U. LANGAT	1955	12.11	1	12.11	PCB			*	*	33,110	55,825	48.13	3,927,840	
94	00538970	Selangor	K. LANGAT	1950	2.30	1	2.30	BOX			*	*	27,730	46,586	27.42		
163	05405570	Selangor	PETALING	1950	3.05	1	3.05	BOX			*	*	182,839	307,168	9.23		
52-2	00385800	Terengganu	KEMAMAN	1965	28.83	18	219.13	PCB <#3	*				2,330,000	3,927,840	20.04	11,508,034	
									Grand Total				8,960,021	11,508,034			
29 Bridges																	

Note : <#1 RC Means Reconstruction (Total Replacement)
 WD Means Widening Carriageway or Adding Sidewalk
 RF Means Reinforcement Work
 PR Means Protection Work
 <#2 This bridge is constructed continuously over a two year period.
 <#3 This bridge is constructed continuously over a three year period.

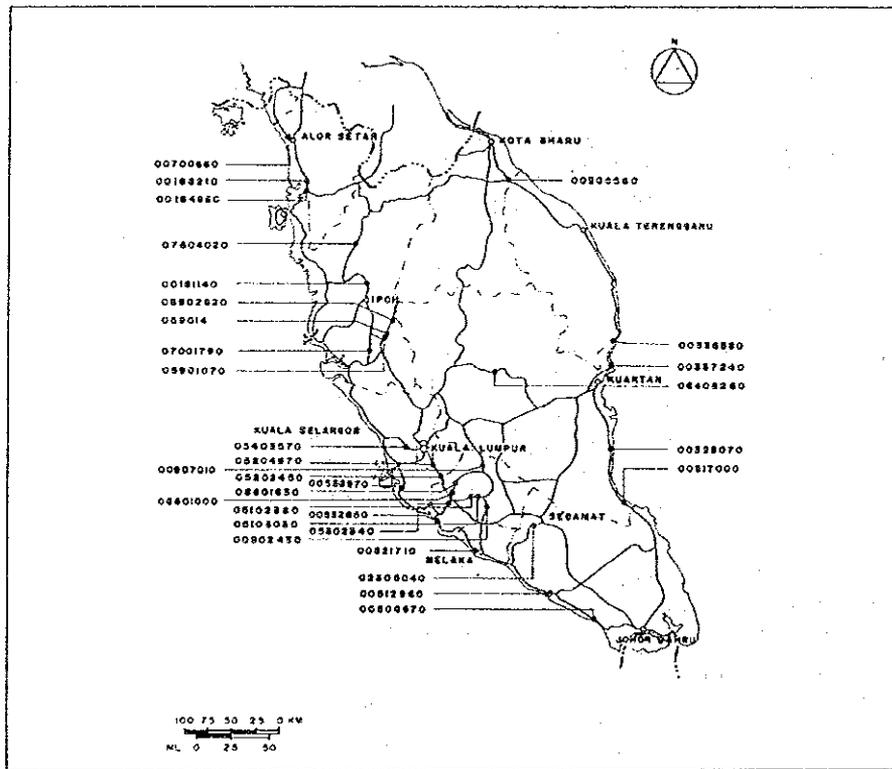


Figure 16-4 Location Map of Bridges Under Package IV

Table 16-6 List of Bridges Under Package V

Table 16-6 List of Bridges III

No.	Key	State	District	Year Built	Max. Span (m)	No of Spans	Bridge Length (m)	Type of Bridge	Rehabilitation Plans <#1				Direct Cost (M\$)	Project Cost (M\$)	IRR (%)	Total Amount of Each State (M\$)
									RC	WD	RF	PR				
00	00507810	Johor	PONTIAN	1986	12.09	5	47.63	IT			*	342,079	574,093	35.28	1,351,631	
35	00303880	Johor	K. TINGGI	1940	4.59	2	9.18	RCS	*		*	161,410	170,394	24.86		
36	00304080	Johor	K. TINGGI	1983	36.65	3	92.25	RCS			*	148,630	249,674	22.83		
141	02305970	Johor	SEGAMAT	1950	5.69	2	7.60	RCS			*	70,879	119,077	20.87	10.87	
70	00310590	Johor	BATU PAHAT	1990	10.42	3	31.24	RCB			*	143,454	241,003	10.87		
108	00700750	Kedah	NOTA SETAR	1970	15.36	1	15.36	RCS			*	192,022	322,597	14.84	322,597	
123	00838100	Kelantan	MACHANG	1941	4.48	2	9.72	RCS	*	*	*	239,665	400,957	18.81	400,957	
79	00518700	Malaka	JADIN	1991	4.89	1	4.89	PRB	*	*	*	79,408	120,662	23.93	259,424	
68	00523620	Malaka	MELAKA TGH	1990	7.59	2	15.18	PRB			*	79,013	132,742	16.52	1,116,412	
158	05300470	N.Sembilan	P. DOKONG	1950	9.35	1	9.35	SBB			*	114,593	192,518	21.87		
125	00901420	N.Sembilan	K. PILAH	1950	3.24	1	3.24	SBB			*	66,512	150,380	14.06	10.33	
129	00902360	N.Sembilan	K. PILAH	1950	3.11	1	3.11	SBB			*	62,961	136,374	13.29		
214	06903735	N.Sembilan	JELERU	1950	4.96	2	9.72	SBB	*	*	*	265,865	497,272	10.33		
151	05102670	N.Sembilan	K. PILAH	1980	3.21	1	3.21	SBB			*	81,470	136,870	9.66	1,402,167	
115	00603900	Pahang	RAUB	1952	5.47	2	10.94	SBB			*	152,865	256,813	27.90		
191	08404940	Pahang	JERANTUT	1990	6.21	1	6.21	SBB			*	103,288	173,497	23.78		
40	00302650	Pahang	FEKAH	1985	5.99	4	23.92	PRB			*	164,057	275,633	17.69	15.78	
31	00232980	Pahang	KUANTAN	1963	11.09	1	11.09	PRB			*	153,990	258,182	15.78		
90	00336310	Pahang	KUANTAN	1999	12.00	3	36.00	RCB	*	*	*	260,737	436,072	5.00	1,452,792	
179	05901120	Perak	BTG PADANG	1950	10.86	3	23.18	SBC			*	251,883	423,183	164.70		
188	05900340	Perak	BTG PADANG	1950	4.97	1	4.97	SBB			*	65,140	109,435	39.16		
20	00181290	Perak	KINTA	1955	2.09	2	16.18	SBB			*	256,226	430,480	20.66	18.72	
200	07002460	Perak	BTG PADANG	1950	3.99	1	3.99	SBB			*	77,399	129,660	18.72		
139	01900080	Perak	MANJUNG	1950	3.69	1	3.69	RCS	*	*	*	61,984	104,133	17.50	15.99	
104	00503980	Perak	MANJUNG	1972	14.07	3	41.59	IT			*	122,199	205,278	15.99		
104	00505070	Perak	LAMPULAJA	1950	7.20	4	27.14	SBC			*	29,938	50,343	12.45	7.83	
90	00635630	Selangor	SEPAANG	1990	14.70	5	81.34	RCB			*	369,820	620,982	7.83		
52-3	00339590	Terengganu	NEMAMAN	1965	29.03	16	219.13	PCB <#2	*			2,338,000	3,927,840	20.04	820,962	
27 Bridges																10,665,002
Grand Total											6,461,310	10,665,002				

Note : <#1 RC Means Reconstruction (Total Replacement)
 WD Means Widening Carriageway or Adding Sidewalk
 RF Means Reinforcement Work
 PR Means Protection Work
 <#2 This bridge is constructed continuously over a three year period.

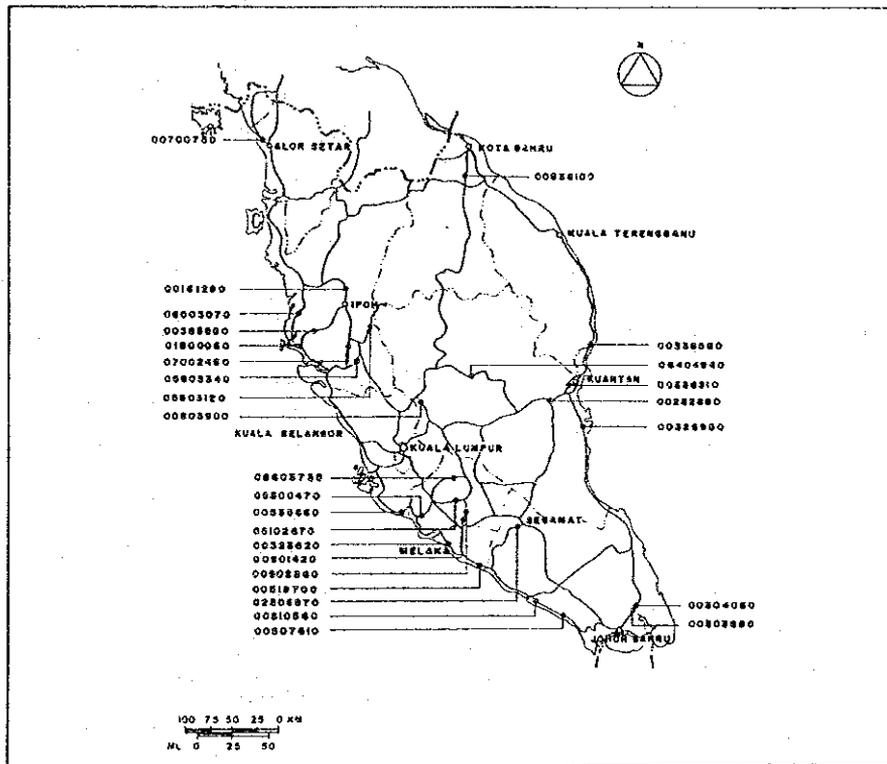


Figure 16-5 Location Map of Bridges Under Package V

16.4 財務計画

第14章で算定したように全体事業費は、1991年12月の価格水準で58.148百万マルイア・リンクットである。実施工程に基づき、各年度の事業の財務計画を表16-7に示す。

Table 16-7 Project Funding Schedule

Classification		Amount for Each Year (Million M\$)						Grand Total
		1993	1994	1995	1996	1997	1998	
Construction Cost		-	8.188	8.833	10.936	8.991	8.480	45.428
Engineering Cost	Detailed Design	0.678	0.343	1.075	0.305	0.325	0.0	2.726
	Supervision	-	0.328	0.353	0.437	0.360	0.339	1.817
Administration		-	0.246	0.265	0.328	0.270	0.254	1.363
Contingency		-	1.228	1.325	1.640	1.349	1.272	6.814
Grand Total		0.678	10.333	11.851	13.646	11.295	10.345	58.148

Note : Price level of those amounts is based on December, 1991.

16.5 詳細設計

各パッケージの入札や施工の開始に先立ち、連邦JKRの橋梁課は各橋の詳細設計を実施するものとする。詳細設計には下記の事項が含まれる。

■ 測量調査

- ・ 橋梁地点の地形測量
- ・ 河川横断測量

■ 地質調査

- ・ 橋脚、橋台部の機械ボーリング
- ・ 野外試験及び試料採取
- ・ 室内試験
- ・ 既設杭の杭長計測（必要な場合のみ）

■ 河川・水文調査

- ・ 河川工学の視点での現地調査
- ・ 水文解析

■ 詳細構造調査

- ・ 構造詳細測定
 - ・ 構造諸元の測定
 - ・ ひび割れ／腐食分布の調査
 - ・ 被り、鉄筋径及びピッチの調査
 - ・ 鋼材の厚さの計測
- ・ 材料強度の計測
 - ・ コンクリート強度
 - ・ 鋼材強度
 - ・ 鉄筋強度
- ・ 材料の劣化度計測
 - ・ 中性化試験
 - ・ 塩分含有量試験

- ・硫酸塩試験
- ・鉄筋腐食度試験
- ・橋梁機能の調査
- ・橋梁載荷試験（必要な場合のみ）
- 詳細修繕設計
 - ・設計基準の確立
 - ・橋梁の構造解析
 - ・詳細修繕設計
 - ・図面作成
 - ・工事数量の算定
 - ・施工計画
- 積算
 - ・単価の算定
 - ・各橋梁毎の費用算定
- 入札書類の作成
 - ・入札規則
 - ・契約書
 - ・契約一般条項
 - ・技術仕様書
 - ・数量表
 - ・入札図面

16.6 事業の管理及び組織

公共事業省(JKR)は政府の技術部門であり、全国の社会基盤整備事業を行うための実施官庁として機能している。JKRは管理及び組織構成において連邦、州、郡の三つに分かれている。

連邦JKRの15部局の内の道路局は、連邦道路と橋梁の計画、施工、維持及び開発政策の立案のみならず、道路規格の確立、道路施策及び州道に付随する問題に対して州JKRを指導することなどの責任を有している。一方、道路局下の橋梁課は、橋梁設計基準の確立及び連邦道路橋の設計、施工、修繕を所管している。

州JKRは、州の開発事業の計画、実施、維持のみならず、その州で実施される連邦事業の監督及び行政を所管している。マレー半島の州JKRのもとには72の郡事務所がある。各郡事務所は、その郡の事業の実施と維持に関して責任があり、州事務所長の監督下にある。

この現状に鑑み、橋梁課を本事業の実施機関とする。橋梁課は全体的な事業実施に関する責任を負うと共に、詳細修繕設計と入札を行うものとする。一方、州JKRと郡JKRは、事業の管理・監督及び現場施工管理にそれぞれ責任を負うものとする。

これら諸官庁の相関関係及び指示・命令系統、関係官庁の責任と機能を図16-7に示す。

原則として、事業は競争入札を通して選定した建設業者による請負制で実施するものとする。従って、政府は建設業者の現場施工を管理・監督するため現場施工管理チームを組織しなければならない。しかし、その規模と要員は修繕する橋

梁数、その位置及びそれぞれの修繕工事の規模による。参考として、15橋から20橋を管理・監督することを想定した標準的な組織を図16-8に示す。

Figure 16-7 Schematic Interrelationship between the Agencies

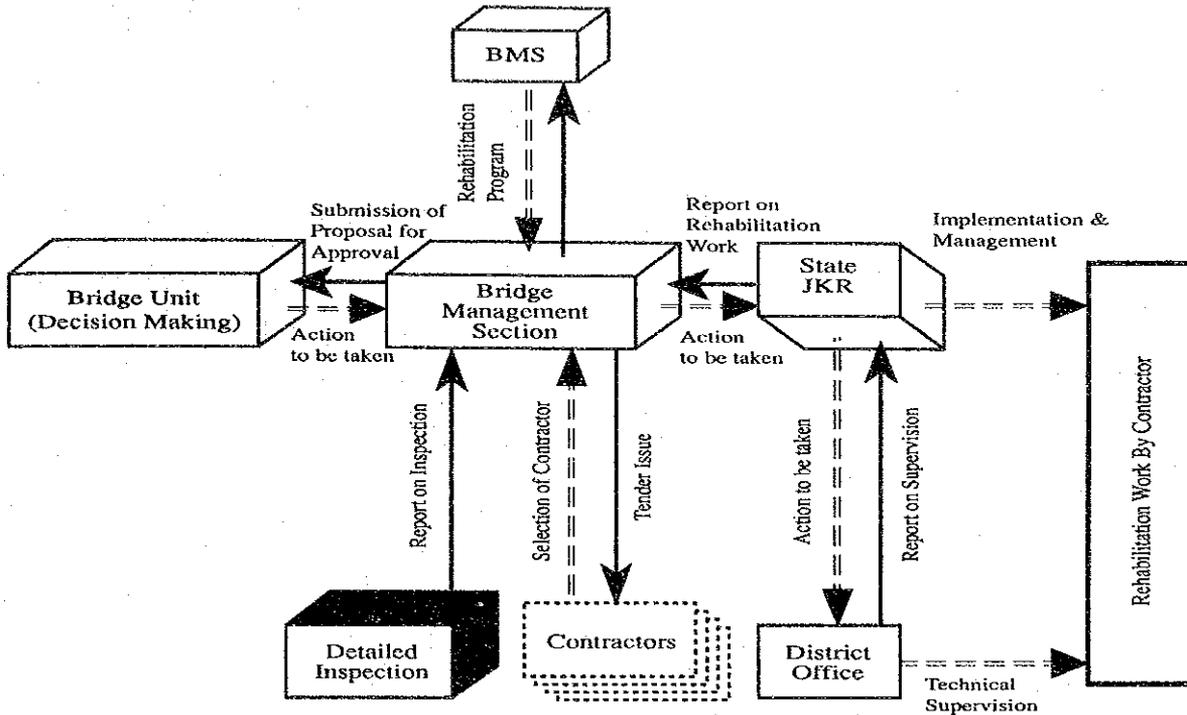
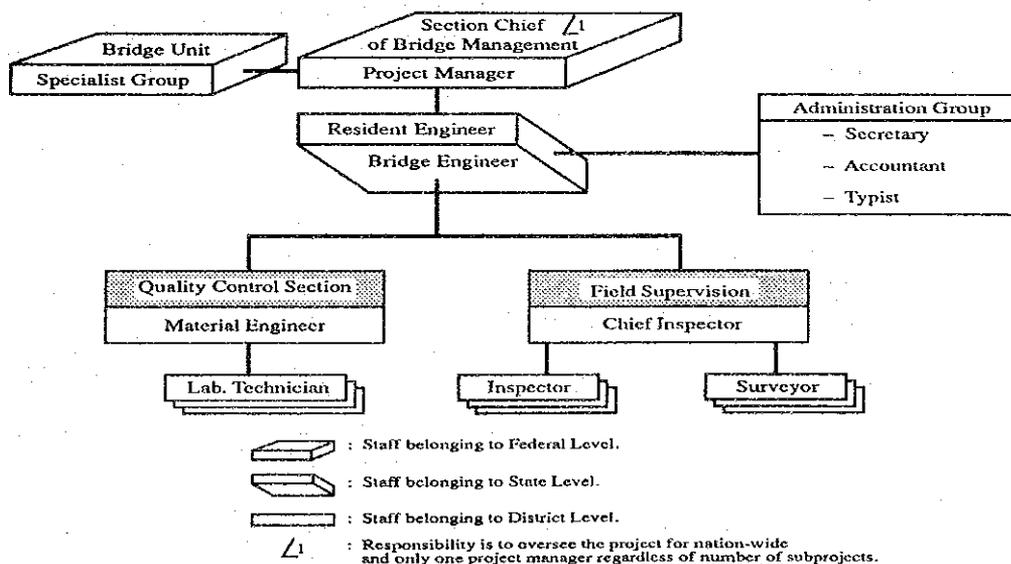
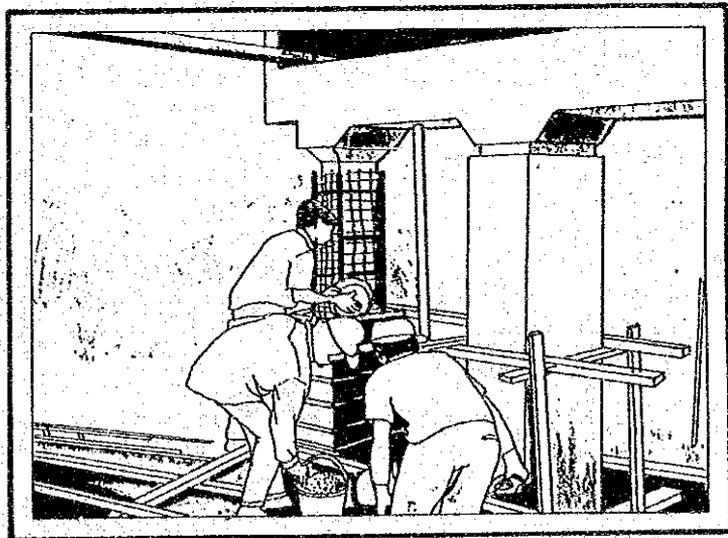


Figure 16-8 Typical Organization for Construction Supervision



第 1 7 章

結 論 と 勧 告



第17章 結論と勧告

17.1 概要

本章で述べる結論と勧告は、目視調査、現場詳細調査、概略設計、積算、経済評価等の全調査結果を総括するだけでなく、別冊として作成、提出した「橋梁点検・維持・修繕マニュアル」に述べている内容についても言及する。

17.2 結論

17.2.1 橋梁の維持及び修繕の必要性

運輸・通信部門の発展、とりわけ道路運輸分野における道路網の整備は、マレーシアにおける社会的、経済的発展に大きな役割を果たしてきた。今日までにマレーシアでは約40,000kmの道路が整備され、このうち連邦道路の延長は13,000kmに達する。

道路網における橋梁は、交通の要衝であり、落橋あるいはその機能が損なわれた場合の社会的影響の大きさを考慮すると、極めて重要なものである。マレーシア国内の橋梁数は約4,500橋と推定され、このうち2,500橋は連邦道路橋である。

これら連邦道路橋の約12%は1945年以前に、又その77%は1946年から1974年の間に建設されたものである。従って、橋梁の老朽化は最も重大な問題のひとつであり、交通量の急激な増加及び交通荷重の増大は、橋梁の拡幅や耐荷性能の向上を必要としている。これらの状況を更に悪化させているのが塩害、中性化であり、これら化学的要因は、橋梁材料の劣化を促進している。

交通の安全性や橋梁の構造安全性の低下及び橋梁架換えによる政府の財政支出の増大などを回避するために、橋梁の点検、維持及び修繕を実施する事は明らかに必要である。この必要性に関しては、“第6次マレーシア5ヶ年計画1991-1995”の中でも強調されており、具体的には、道路運輸政策の重点を道路の新設から既存施設の維持及び修繕に移行することを目指している。

17.2.2 対象橋梁の検討結果

約2,500橋の連邦道路橋の内、全国軸重調査で損傷評点3,4または耐荷力不足と判定された216橋を本調査対象橋梁と定義された。(ただし、調査対象橋梁の内11橋は本調査開始後に架換えられ、2橋には損傷が認められなかったため、調査対象橋梁は216橋から203橋に減少した。)

本調査における橋梁調査手法は2つに大別される。第一は調査対象橋梁216橋を代表する100橋を対象にした目視調査であり、第二は100橋の中の代表的な20橋を対象にした詳細現場調査である。

目視調査の結果、以下事項が明らかになった。

・各主要構造部材別の損傷状況

- 鋼桁、コンクリート桁はコンクリート床版、橋台など他の部材に比べて劣化が進んでいる。特に、鋼桁の劣化は顕著である。
- コンクリート床版は他の部材に較べて、最も良好な状態にある。

・各橋梁形式別の損傷状況

- バックルプレート床版・鋼板桁橋(SBB)は他の形式の橋梁に較べて、最も損傷が進行している。
- 鉄筋コンクリート床版橋(RCS)及びプレテンション逆T桁橋(IT)は、鉄筋コンクリート床版・鋼板桁橋(SBC)、鉄骨鉄筋コンクリート桁橋(SBE)、プレキャスト鉄筋コンクリート桁橋(PRB)など他の橋梁形式に較べて相対的に損傷が著しい。
- プレストレスコンクリート桁橋(PCB)は全般的に良好な状態にある。

20橋を対象にした詳細調査では、測量調査、地質・水質調査、河川・水文調査及び詳細構造調査を行った。これらの調査を通じて、以下の事項が明らかになった。

・地質、水質調査

- 全国軸重調査で指摘されたコンクリート杭の化学的な被害は、当初予測された硫酸塩に起因するものではなく、酸による侵食とコンクリートの水セメント比が高いことが原因と考えられる。この対策として、修繕設計においては単位セメント量 $300\text{kg}/\text{m}^3$ 以上の富配合のコンクリートを使用すべきであると提案した。
- 橋梁番号00546980の基礎損傷は、原設計における杭の支持力不足、地盤の圧密沈下による杭の負の周面摩擦力、及び圧密沈下に伴う地盤の側方流動などに起因したものと考えられる。従って、既設橋台に近接して新たにラーメン橋台を設置し、上部工を支持する緊急の修繕対策を講じる必要がある。

・河川、水文調査

- 橋梁番号00317000のエンダウ橋では、現場調査で両端支間の主桁に洪水の痕跡が認められた。又、水文・水理解析の結果、両端支間の主桁は洪水及び高潮位時に冠水することが明らかになった。従って、冠水する支間の上部工に対して嵩上げなど適切な修繕対策を実施すべきである。

- 水文解析結果に基づくと、橋梁番号00346740のダウンゲン橋架橋地点の河川流下能力が若干不足していることが明らかになった。従って、架橋地点での河川流下能力を増大させるために、右岸側河岸の掘削、両河岸法面への護岸工の設置、床固工や水制工の設置などの修繕対策を選定した。

・ 詳細構造調査

- 鉄筋かぶり厚の測定調査結果により、床版下面のかぶり厚は25~50mmの範囲にあり、十分に確保されていることが判った。しかし、桁下面のかぶり厚は平均で約30mmと若干不足している。また、杭及び下部工のかぶり厚は40mmと極めて小さい。そこで、修繕設計にあたって、鉄筋のかぶり厚は床版、主桁の場合には最低でもそれぞれ30mm、40mmを、下部工に対しては最低70mmを確保するものとした。
- 強度測定結果から、構造検討に適用する各材料強度は下記の通りである。

(単位：N/mm²)

コンクリート (28日強度)				鋼材 (降伏点強度)	
上 部 工		下 部 工		構造用鋼材	鉄筋
主桁	床版	橋台・橋脚	杭		
20-25	20	20	25	230	230

- 中性化試験の結果、試験を実施した橋梁の内2橋を除いて、床版の中性化は著しく進行しており、その深さは11mmから75mm以上に達することが明らかになった。修繕対策においては、中性化したコンクリートをはつり、除去するものとした。
- 塩分含有量試験から、ほとんどの杭は、著しい塩害を被っており、鉄筋位置での塩分含有量は限界値(0.4%)を大きく上回っている。特に橋梁番号00317000の主桁と床版の塩害は深刻であり、鉄筋のかぶり厚以上に達している。そこで、修繕設計においては、塩害を防止するために富配合のコンクリートを使用し、鉄筋のかぶりも十分に確保するものとした。
- 硫酸塩含有量試験結果から、セメント中の硫酸塩含有量は許容水準以内であることが判明した。
- ゴム支承の組成分析から、橋梁番号00701801のゴム支承の原材料は天然ゴム(NR)とスチレンブタンゴム(SBR)からなる混合タイプであることが明らかになった。従って、劣化の主な原因は、NRとSBRの耐オゾン性が低いためと考えられる。この点を踏まえて、修繕設計では天然ゴムをクロロプレングムで被覆したゴム支承を採用することを提案している。

- アルカリ骨材反応試験結果から、橋梁番号00319110の杭頭部のひび割れがアルカリ骨材反応(AAR)によるものであることは明かである。損傷の範囲及び程度を考慮して、修繕対策としてはエポキシ注入工法及び表面被覆工法の併用が妥当と考えられる。

・実橋載荷試験

- 載荷試験結果から、試験を実施した各橋梁は最大設計応力に対してある余剰耐荷力を保持していることが明かになった。これは設計と実際の橋梁挙動の相違に起因する。即ち、合成作用、重ね梁作用、横方向荷重分配などにより実際に発生する応力は計算応力に比べ減少する。下記に橋梁形式別の余剰耐荷力を示す。

橋梁形式	部材	余剰耐荷力
SBC	主桁	20%
RCB	主桁	20%
PCB	主桁	20%
RCS	主版	10%

上記の余剰耐荷力の数値は、修繕設計における既設橋梁の解析検討にのみ適用されるものである。

17.2.3 概略修繕設計の結果

概略修繕設計では、はじめに各調査対象橋梁20橋についてLTALを適用して構造解析を行った。この検討結果から、これら橋梁の内、鋼製のバックルプレート床版とこれを支持する主桁及び2主桁形式の橋梁のコンクリート主桁はLTALに対して十分な耐荷力を有していないことが判明した。これらの検討結果に加えて、橋梁目視調査及び詳細調査の検討結果を踏まえて、調査対象橋梁毎に材料劣化、耐荷力、橋梁機能、水工学的視点に基づき分類された損傷及び欠陥を評価し、その後、個々の損傷・欠陥あるいは複合的な損傷・欠陥に対してそれらの原因を効果的に改善することのできる適切な修繕工法を選択した。

本調査における修繕対策は三つに大別される。即ち、構造上の修繕対策、機能上の修繕対策及び水工学上の修繕対策である。構造上の修繕対策は劣化した橋梁部材を補修し、十分な耐荷力を有していない部材や重大な損傷を有する部材を補強、交換することである。また、機能上の修繕対策は車道部の拡幅、歩道の添架、橋梁の嵩上げにより橋梁機能を向上するものである。一方、水工学上の修繕対策は主として橋台や橋脚周辺の河岸法面や河床を防護するものである。

全対象橋梁に関する維持・修繕計画の策定結果から、損傷した橋梁部材や橋梁機能が不十分な橋梁に対する修繕対策工法が各橋梁毎に確定した。全調査対象橋梁に対する代表的な修繕対策工法とその比率を表17-1に示す。

Table 17-1 Summary of Dominant Rehabilitation Work

Structural and Hydraulic Rehabilitation Plans		
Bridge Type or Superstructure type	Three Most Dominant Rehabilitation Methods Required	% of Bridge Members Affected
Steel Beam with R.C. Slab Bridges (SBC)	- Steel beams protection by repainting	94.0%
	- Deck slab protection by patching	50.0%
	- Deck slab protection by water proofing	27.8%
Steel Beam Encased Bridges (SBE)	- Encasing concrete protection by patching	33.3%
	- Encasing concrete protection by lining	22.2%
	- Deck slab protection by patching	22.2%
Steel Beam Buckle Plate Bridges (SBB)	- Total replacement of buckle plate by RC slab	100.0%
	- Total replacement of steel bearings	97.1%
	- Steel beam protection by repainting	87.1%
RC Beam Bridges (RCB)	- Deck Slab protection by patching	25.8%
	- RC beam protection by patching	22.6%
	- RC beam reinforcement by bonding steel plate	22.6%
RC Slab Bridges (RCS)	- RC slab protection by injection	43.5%
	- Deck slab protection by guniting	30.4%
	- Deck slab protection by water proofing	28.1%
Precast RC Beam Bridges (PRB)	- Deck slab protection by water proofing	75.0%
	- RC beam protection by patching	15.0%
	- RC beam reinforcement by bonding steel plate	5.0%
Precast RC-Beam Bridges (PRB)	- RC beam reinforcement by bonding steel plate	23.1%
	- RC beam protection by coating	23.1%
	- Deck slab protection by patching	15.4%
Inverted T Beam Bridges (IT)	- Deck slab protection by water proofing	66.7%
	- Beam protection by patching	22.2%
	- Beam protection by injection	11.1%
Abutments	- Abutment protection by injection	28.5%
	- Abutment protection by partial concrete lining	17.0%
	- Protection of abutment foundation by revertments	14.1%
Piers	- Pier reinforcement by partial concrete lining	9.2%
	- Pier reinforcement by total concrete lining	6.8%
	- Pier protection by patching	5.8%
Functional Rehabilitation Plans		% of Bridges Affected
- Widening of Carriageway		2.0%
- Adding of Sidewalk		8.3%
- Raising of Grade		3.9%

17.2.4 事業比の算定

調査対象203橋のそれぞれの修繕事業費を合計した結果、1991年価格で全事業費はM\$58.148(百万リンギット)と算定された。

		(百万リンギット)
建設費		45.428
技術経費	詳細設計	2.726
	施工監理	1.817
一般経費		1.363
予備費		6.814
合計		58.148

17.2.5 経済評価の結果

BCR, NPV, IRRの三つの経済指標を用いて、203橋を対象に個別橋梁毎及び全体プロジェクトに対して経済評価を実施した。

・事業全体として

全体的に見ると、便益の大部分は落橋に伴う交通障害発生期間の減少に起因する。便益は費用に比較して十分に大きく、費用便益比は6.75、内部収益率は58%に達する。従って、本プロジェクトは、全体として十分妥当であると判断される。

・個別橋梁

203橋のうち197橋の内部収益率は割引率11%を上回る。残りの6橋についても、実施時期を5年繰り下げると便益が拡大し、内部収益率も向上することが明らかになった。即ち、3橋は内部収益率が11%を越え、その他の3橋も内部収益率は最低でも6%に達する。

以下の理由から、上記の6橋を含めた全橋梁を対象にして本プロジェクトを実施すべきであると判断される。

- ー 全体プロジェクトでみると、1994年実施の場合、全橋梁の97%に相当する橋梁がプロジェクト実施の妥当性を有し、これが1999年実施の場合には99%に達する。
- ー 1999年実施の場合でも内部収益率が11%に達しない3橋についても、修繕対策を実施することより、全国道路網のサービス水準及び信頼性の向上など、本調査において計算に含めなかった計量不能な便益が付加される。

17.3 勧告

17.3.1 プロジェクトの実施

下記の理由から、調査を実施した橋梁203橋を対象にした橋梁維持・修繕を一つの事業と定義し、その早期実施を強く勧告する。

- 1) 調査対象橋梁の全ては、様々な損傷や被害を被っており、その内の何橋かは危険な状態である。
- 2) これらの橋梁は、主として標準的な補修あるいは補強工法を実施することによってその機能を改善することが技術的に可能である。
- 3) 経済評価結果から、本プロジェクトの実施は十分な妥当性を有する。
- 4) マレーシア政府は、全プロジェクト費用の予算措置を行うための十分な財務能力を有するものと思われる。

- 施工詳細や架設・施工方法などを含めた実務的な橋梁設計マニュアルを作成する。
- JKR管轄下の全橋梁の設計業務に対する審査及び承認の権限をJKR橋梁課に与える。
- 橋梁建設にあたってJKRの現場管理、監督チームを強化し、品質管理により一層の注意を払う。

(2) 過積載車両の厳しい取り締まりの必要性

調査結果から何橋かの既設橋梁、特にバックルプレート床版・鋼板桁橋は、修繕対策を実施しなければ、LTALに対する耐荷力が不十分である。一方、重量や高さの規定を超過した過積載車両が橋梁上や橋梁桁下を頻繁に通行しているとの報告がなされている。これらに起因すると考えられる疲労や衝撃による損傷を受けている橋梁が見受けられる。従って、政府は早期に次の対策を実施する事を勧告する。

- 過積載車両の通行を取り締まるために、連邦道路の要所にトラックスケールを設置すべきである。
- その取り締まりは、警察及び道路運輸局の協力のもとに、行う必要がある。

(3) 橋梁管理のための組織作り及び体系的な橋梁点検・維持・修繕の実施の必要性

前節17.2 結論で述べられているように、体系的な橋梁点検・維持・修繕を実施する必要性は明確である。しかし、これら作業の成否は、それに関わる組織、体制及び要員に負うところが多い。従って、組織及び管理体制に関わる勧告を下記に述べる。

- JKR橋梁課に橋梁点検・維持・修繕に関する全業務を監督する権限を付与すべきであり、同課はJKR管轄の全ての橋梁に対しての全管理権限を持つものとする。
- 各州のJKRは修繕工事の管理に責任を負うものとする。一方、各郡事務所は橋梁の目視点検、定期点検及び日常的な橋梁維持作業の実施に対して責任を負うものとする。
- 全ての点検記録及び維持・修繕記録はJKR橋梁課が保有する橋梁管理システムに一元化すべきである。

以上の各組織の責任、橋梁に関する書類の流れなどを図17-2に示す。

- 一 作業の品質に直接影響を及ぼすJKRの技術者及び技能者の能力向上を図るため、専門的な訓練を定期的の実施すべきである。
- 一 全国的な橋梁点検制度の中に、認定橋梁点検技師の登録制度を導入すべきである。これにより、点検技師は専門家としての自覚を持ち続けることができる。
- 一 橋梁点検・維持チームの仕事は専門職であり、専門家を育成するために頻繁な人事移動は避けられるべきである。
- 一 橋梁点検・維持・修繕に関わる予算は、道路維持予算とは別途に配分されるべきである。

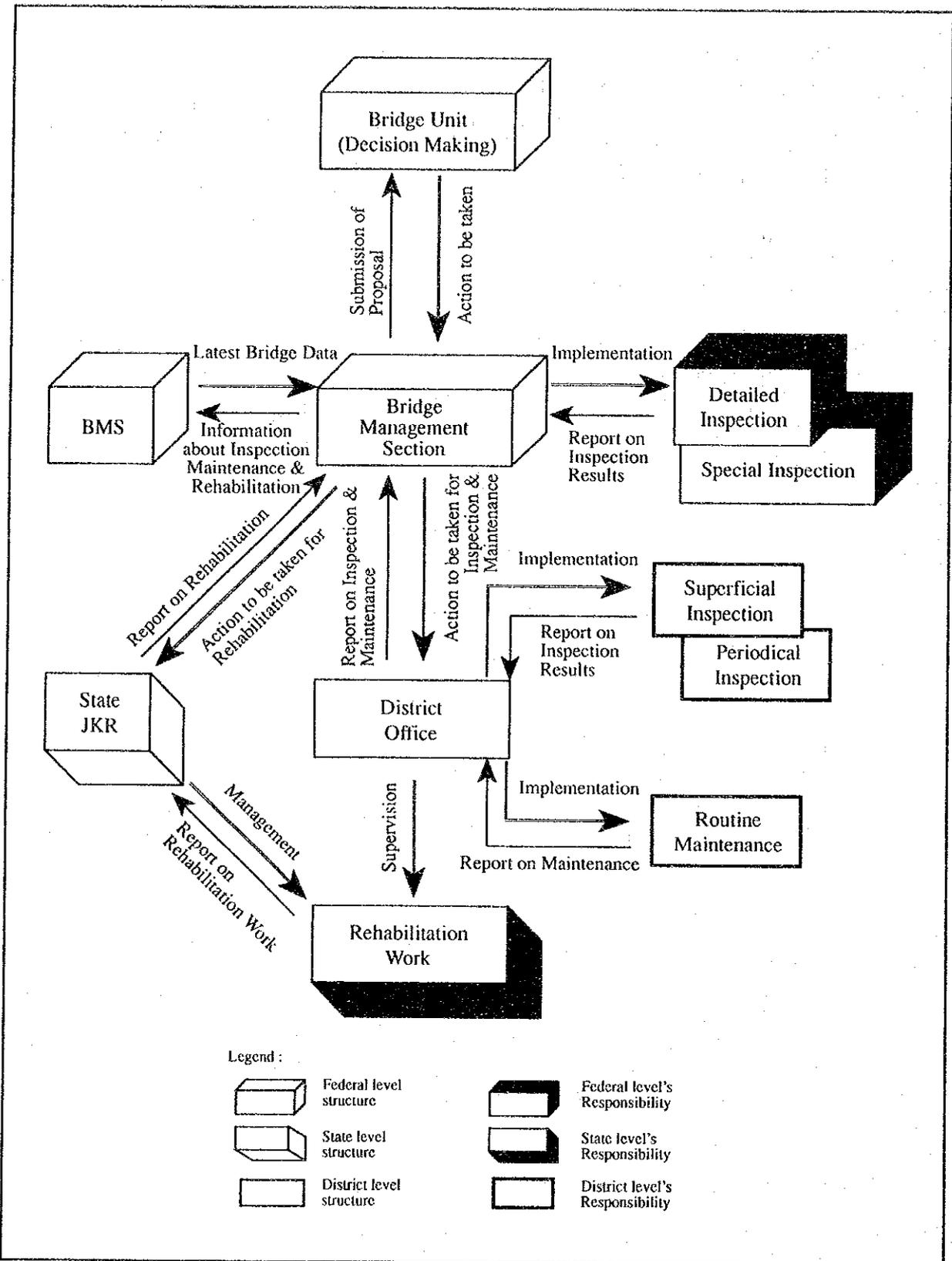
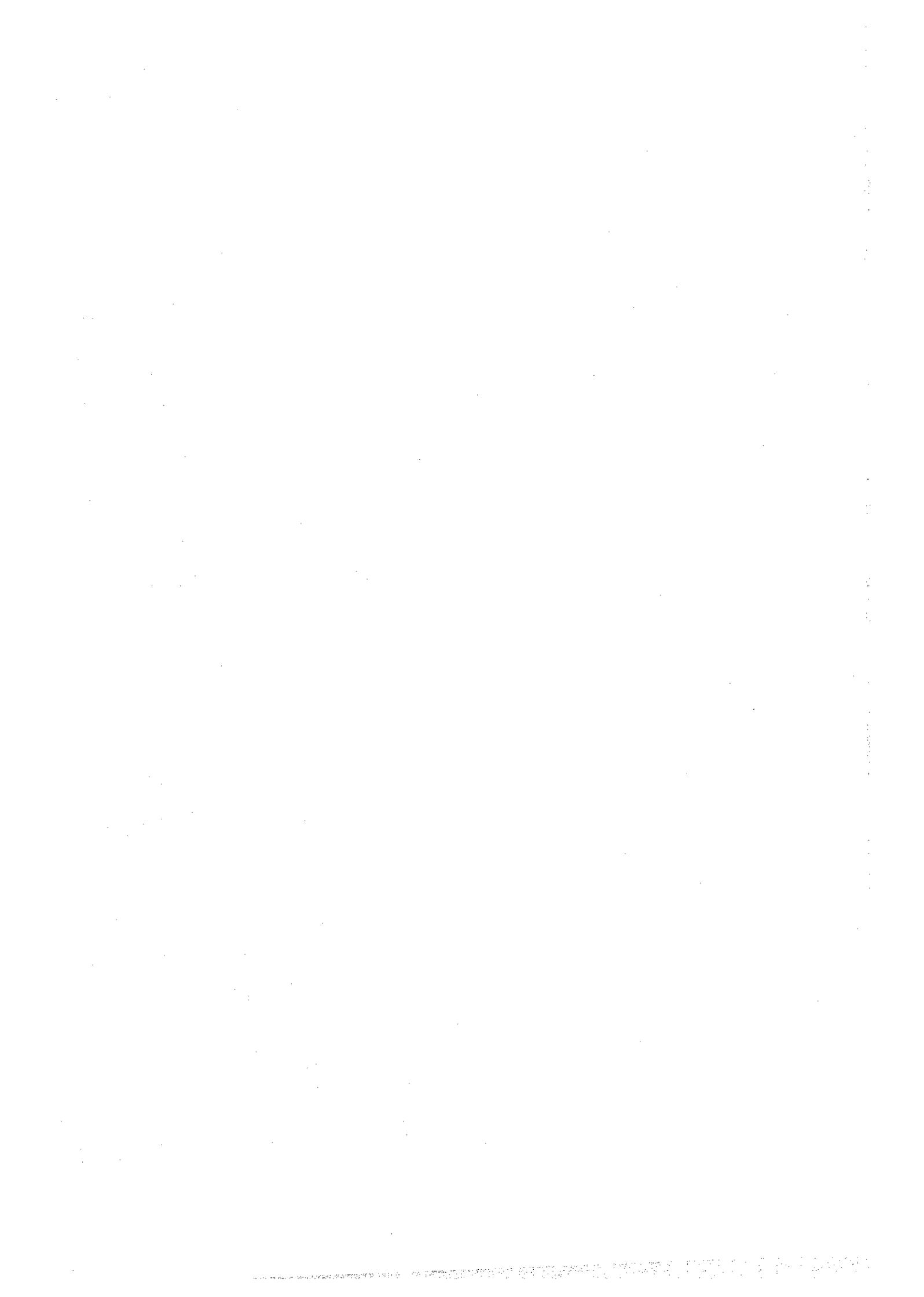


Figure 17-2 Schematic Flow of the Link Between Inspection and Bridge Management



JICA