

的傾向を把握することであり、損傷に応じた修繕対策の立案に資することである。

構造的な視点に基づいて予備調査の分析結果の要約を表3.4.1に示す。

表3.4.1 予備調査結果

主要橋梁部材	主な損傷	損傷原因	適用可能な改修計画
鋼桁 鋼トラス	腐食	・不適當な維持管理 ・漏水 水抜孔なし	・再塗装 ・水抜孔の設置 ・部分取り替え ・張り出し床版
鋼バックルプレート/ コルゲートプレート床版	腐食	・漏水 ・不適當な維持管理	・再塗装 ・RC床版への打替え
RC桁	コンクリートの剥離/ 鉄筋露出	・被り不足 ・施工不良	・注工 ・パテ工法 ・プレキャストコンクリート工法
PCプレテン桁	コンクリートの剥離/ PC鋼材露出	・被り不足 ・施工不良	・パテ工法
橋台	亀裂 風化 洗掘	・石積のゆるみ ・防護工なし ・石積擁壁なし	・注工 ・セメントグラウト
橋脚	亀裂 風化 洗掘	・石積のゆるみ ・防護工なし ・石積擁壁なし	・防護コンクリート ・石積擁壁 ・蛇籠

### 3.5 詳細調査対象橋梁10橋の選定

本調査での橋梁選定作業は2つに大別される。ひとつは100橋の中から代表的な10橋を詳細調査対象橋梁として選ぶことであり、他のひとつはこれら10橋の中から3橋を実橋載荷試験対象橋梁として選定することである。

#### 3.5.1 詳細調査対象橋梁10橋の選定

##### (1) 詳細調査対象橋梁10橋の選定手法

橋梁予備調査の結果を基に作成された橋梁インベントリーから10橋を度選定することとした。この選定にあたっては、以下の3項目を充分考慮した上で行うものとした。

- 1) 損傷・欠陥の種類に応じて想定される橋梁改修方法をなるべく広範囲に取り上げること。
- 2) なるべく設計図・設計条件・材料強度等の設計情報を有する橋梁を取り上げること。
- 3) 改修の優先度の高い橋梁とすること。

しかしながら、2)についてはほとんど設計情報がないため、この原則に従うことは困難となった。そのため、1)および3)に着目して次のように選定することとした。

#### 1)について

代表的な構造形式を現況の中から抽出し、これと種々の改修方法を組み合わせた形で対象橋梁を選定する。

#### 3)について

道路の改修優先順位は、機能面から必要性を示すものであり、これを表の縦軸にとり、横軸に橋梁の損傷度をとり、橋梁改修優先度を判定する資料として作成する。

### (2) 詳細調査対象橋梁10橋の選定結果

維持・修繕工法は、橋梁構造材料、橋梁形式および橋齢などに密接に関連しているため、100橋を同じ構造材料および橋齢グループに分類した。次に、構造的視点に基づき、各々の部材に生じている種々の損傷に対して想定される主要な修繕工法を検討した。上記作業を通じて選定された10橋のリストを表3.5.1に、またそれらの位置図を図3.5.1に示す。

#### 3.5.2 載荷試験対象橋梁の選定結果

10橋の中から、3橋の載荷試験対象橋梁を選定するために、これら10橋を次の視点から評価した。

- 同一形式橋梁への試験結果の準用性
- 作業空間
- 交通量

上記の評価結果に基づき、最終的に次の橋梁を載荷試験対象橋梁として選定した。これらの位置図を図3.5.2に示す。

橋梁番号	国道番号	橋梁形式
59	B 157	鋼桁/バックルプレート床版
211	B 146	鋼桁/R C床版
212	AA002	PCプレテン桁

表 3.5.1 詳細調査対象 10 橋梁

番号	路線 番号	橋梁 番号	交通量 (台/日)	建設年	橋梁型式	橋長 (m)	幅員 (m)	想定される修繕工法	RDAのリスト	
									欠陥	改修案
85	AA001	91/2K	7,100	1894	城瓦葺一丁	68.90	6.30	両側への歩道拡幅	狭幅員、線形不良	架け替え/取り付け 道路
77	AA019	3/2K	2,100	1869	下路トラス+鋼桁 パイルゲート床版	118.88	5.36	新橋の併設(拡幅のため)	狭幅員	拡幅/床版打ち替え
53	AA021	36/3K	700	1899	下路トラス	39.95	3.37	トラス桁の補修及び新橋の併設	狭幅員	拡幅/床版打ち替え
33	B 157	12/3K	1,040		下路トラス+鋼桁 RC床版	68.85	3.30	トラス桁の補修及び新橋の併設	強度不足/狭幅員	架け替え
59	B 157	43/4K	1,040	1924	鋼桁パイルゲート床 版	51.00	3.20	床版打ち替え(パイルゲートからRCへ)と上部工拡幅 及び下部工拡幅	狭幅員	架け替え
20	B 264	25/7K	1,700		鋼桁コルゲート床 版	14.35	3.97	外桁の補修及び床版打ち替え	狭幅員	架け替え
70	B 295	3/6K	10,700	1960	鋼桁RC床版	43.23	5.46	上部工の拡幅	狭幅員	架け替え
7	B 425	20/4K	1,600		PC7桁橋+RC桁	139.18	5.85	上部工の架け替え	強度不足	拡幅/床版打ち替え
211	B 146	8/3K	2,800	1942	鋼桁RC床版	23.60	3.55	上・下部工の拡幅		
212	AA002	138/1K	4,400	1975	PC7桁/桁	62.48	10.40	上部工の補修		

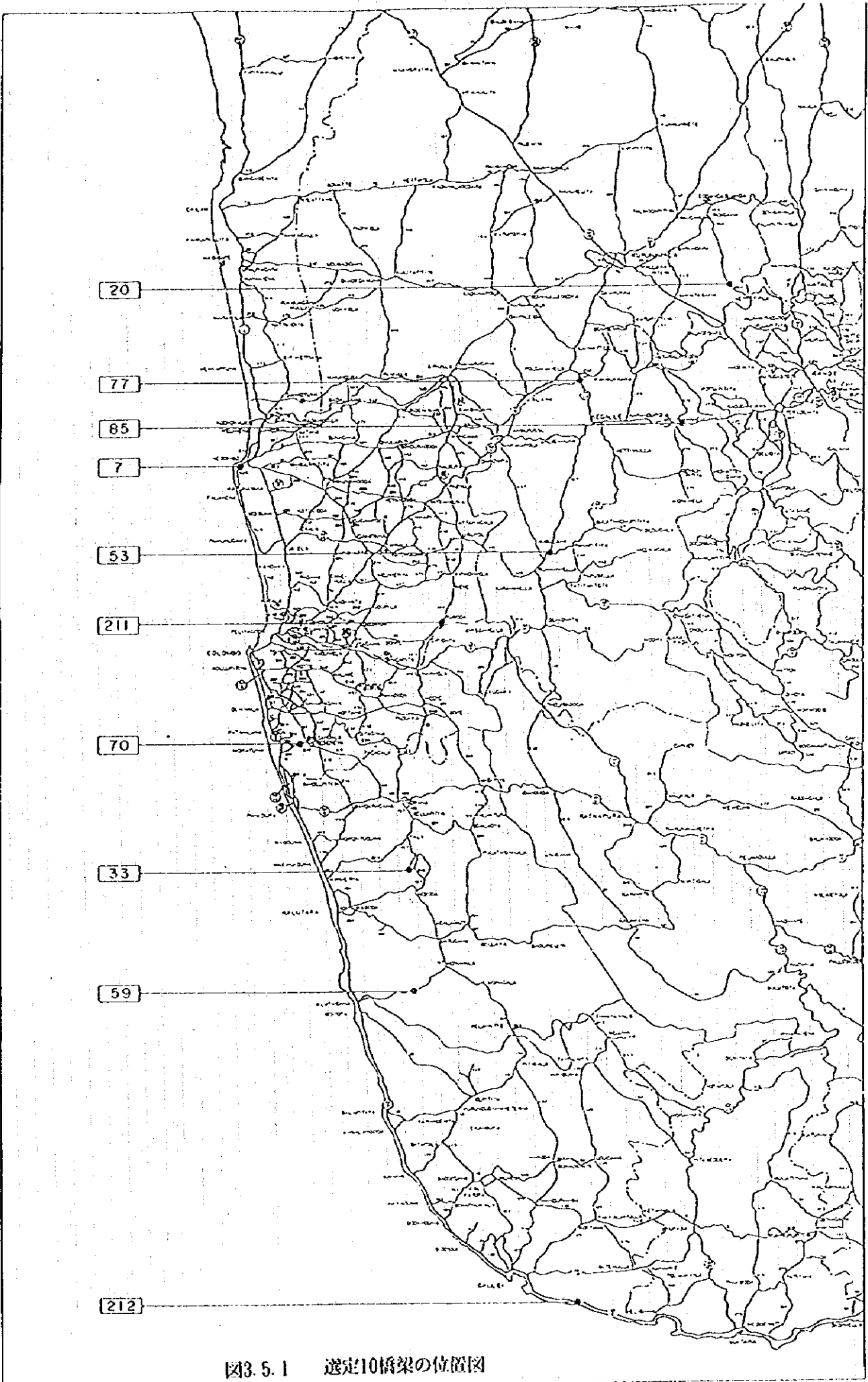


図3.5.1 選定10橋梁の位置図

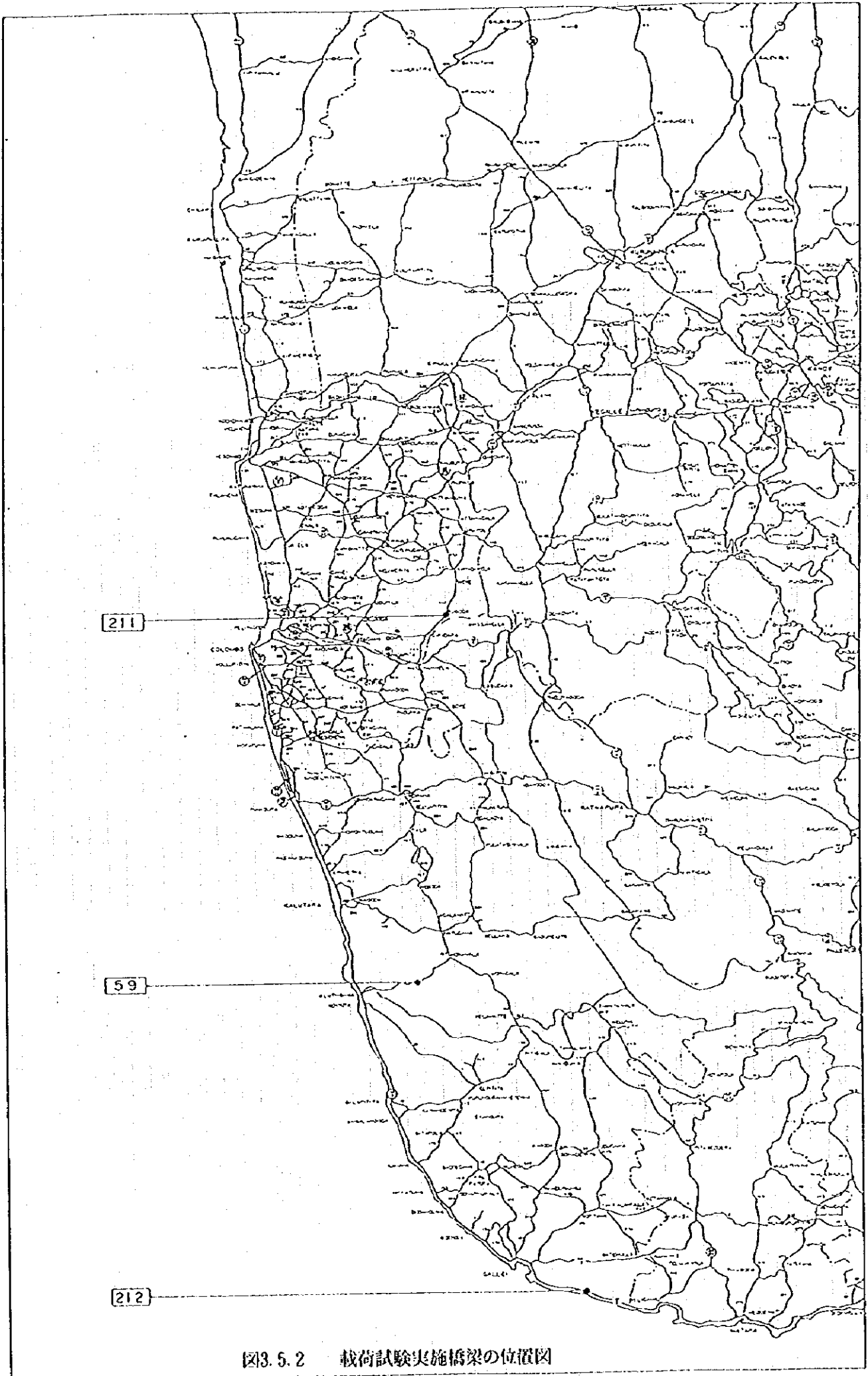


図3.5.2 載荷試験実施橋梁の位置図

### 3. 6 橋梁詳細調査

10橋に対し、測量、水文調査、地質調査、シュミットハンマー試験を含む詳細目視調査および  
載荷試験を実施した。

#### 3.6.1 測量

##### (1) 測量

橋梁改修計画にあたり必要となる詳細対象橋梁10橋の架橋地点付近の地形などの諸条件を  
把握するため測量調査を実施した。

本測量調査は以下の条件のもとで実施された。

- RDAは国家座標系を用いていないので、本測量調査では任意系座標とした。
- 仮ベンチマークを架橋地点付近に設けた。
- スリランカ国には丈量図がないので、官民境界をRDAの杭およびフェンスなどの  
構造物で判断し測量平面図に記入した。

測量調査の主目的は架橋地点の周辺状況、構造物、河川などを図化することである。この  
測量調査は下記の作業の基礎資料となるので重要である。

- 水理解析
- 架け替え案における構造物の規模を決定するため
- 下部工の安定計算

測量調査は現地測量業者に再委託され、1995年10月24日より30日間の工期で実施された。

標高は、平均海潮位 (MSL) を基本とした。基準点の位置及び高さを調査するため測量  
局にてその記録を丹念に調べ対象橋梁から半径約4-5キロの範囲にあるであろう古いベ  
ンチマークの記録を得た。さらに現地で確認作業を行い、現地にベンチマークがあった10  
橋の内8橋については、平均海潮位を用い、残り2橋については任意の基準高さとした。

測量調査の結果は、以下の図面にまとめられている。

- 地形平面図 1/500 11葉
- 1/200 11葉
- 道路中心縦断図 18葉

- 道路横断図	28葉
- 河川横断図	10葉

## (2) 河川水文調査

河川水文調査は予備橋梁調査の結果に基づき、詳細橋梁調査の作業項目として以下を目的として実施された。

- 評価結果に基づき水工学的観点からの橋梁改修計画を立案すること。
- 橋梁架け替えを想定した案に対して水工学的見地から橋梁計画を立案するため。

### 1) 河川の状況

調査対象地域では、洪水による被害を受けている。この理由は降雨量が多いこと（年平均降雨量2000mm）、地表が間隙率の高い土に覆われており、この結果湿潤地帯においては高い流出となる。さらには山地における急傾斜などの要素との組み合わせにより非常に高い流出となっている。ケラニ川、カル川、ジン川など湿潤地帯に位置する河川では上流側の河川では急勾配であるが下流側では洪水地帯と広がっている。

河川堤防は一部の都市のみに造らられているが、多くの河川では手付かずの自然状態である。

スリランカ国の河川は一般的には土砂が堆積する傾向にあり、このため基礎工は比較的よい状態にある。但し、SER No. 33の架かるカル川においては、河床高さは河川横断測量結果より  $MSL = -8.0 \text{ m}$  であり、又、水理計算結果においても架橋地点における洪水時の流速は  $V = 4.0 \text{ m/sec}$  と非常に早いこと、現況調査においても早い流速が観測されていることなどから判断すると、河床が低下していると思われる。本調査では架け替え案において中央径間でこれを跨ぐこととし河川改修については範囲外としている。

### 2) 橋梁、擁壁、盛土法面および河川護岸

スリランカ国の橋梁は、概して橋長を短くするために橋台を河川内に突き出して設けている。

橋台の構造が石積みあるいは煉瓦積みであることから橋台からウイングを設けることができないので同形式の擁壁を用いて橋台背面の土留めを行っている。しかし、

擁壁の基礎は橋台に比べ強固ではないため、基礎部の洗掘あるいは沈下に起因する大きなクラックが生じている。

橋台側面の盛りこぼし法面には、蛇籠、法面保護コンクリートなどの法面工が施されていないため、路面からの流出により盛土が流されている箇所が見られた。

橋梁周辺は水流が急変するので河川法面には護岸工を設けるべきであるが、これがないため法尻から侵食が進行し道路面まで影響を受けている箇所も見られた。

従って橋梁計画や架替え計画にあたってはこれらの対応について留意すべきである。

### 3) 水理計算

スリランカ国の河川の状況および今後の運用に配慮し、RDAの採用している計算方法により水理計算を実施した。この結果は架け替え計画案のみに反映させるものとし既設橋の補修、補強には反映させない。架け替え計画を策定する際に配慮すべき主な事項は以下のとおりである。

- 設計洪水水位は、水理計算結果と記録、洪水跡、聞き取り調査などから得られた過去の洪水水位と比較して決定する。
- 架橋地点周辺の状況から橋長の延長あるいは嵩上げが困難な場合には、設計洪水水位に対する桁下余裕高の確保は行わない。但し、新橋の桁下高は現橋の桁下高を下回らないものとする。
- 基礎に対しては十分な根入れ深さを確保すること。

### 4) 河川工学的観点からの改修計画

本水文調査結果より改修が必要とされた損傷をその原因および改修方法とともに表 3.6.1 に示す。

### 5) 河川工学上からの提案

現地調査結果から、橋梁計画に対して配慮が余りなされていないことが明らかになった。河川に対する河川改修計画はないので個々の河川に対し現況にあわせて橋梁を計画することになる。従って、日本の河川構造令に若干修正を加えた基準を適用することを提案した。配慮すべき事項は、橋長および桁下余裕高の決定、橋台橋脚の設置および河川護岸である。



表3.6.1 主要な水工学的損傷と改修計画

番号	水工学的損傷	原因	改修計画
	<u>代表10橋</u>		
212	・ケーソン基礎の露出 (A2)	・洗掘	・保護コンクリート
77	・ケーソン基礎の露出 (P8、P9)	・洗掘 ・基礎の根入れ不足	・基礎巻き立てコンクリート
211	・直接基礎の露出	・洗掘	・保護コンクリート
7	・石積/煉瓦積擁壁の損傷	・既設擁壁の強度不足	・石積擁壁と蛇籠
	<u>残り91橋</u>		
86	・橋台の沈下(A1)	・洗掘	・保護コンクリート
87	・基礎の露出	・洗掘	・保護コンクリート
103	・桁水没	・桁下空間不足	・嵩上げ (改修は道路の嵩上げと共に実施されるべき)
60	・潜水橋	—	・架替え
139	・潜水橋	—	・架替え
62	・潜水橋	—	・架替え
63	・潜水橋	—	・架替え
25	・基礎の露出 (P1~P3)	・洗掘	・保護コンクリート
35	・基礎の露出	・洗掘	・保護コンクリート

### 3.6.2 地質調査

地質調査は各橋梁位置における地質構成を明確にすることを目的とする。本調査は地質の工学的性質を知るために重要であり、この結果は基礎工形式の選定、解析および設計に反映される。

地質調査は10橋の内8橋に対して実施された。測量調査は現地測量業者に再委託され、1995年10月24日より30日間の工期で実施された。

本地質調査は以下の条件下で実施された。

- 削孔はスリランカ国において一般的な方法であるロータリー式ワッシュボーリングにて行うことを原則とする。
- ワッシュボーリングでは硬岩の削孔はできないので、硬岩位置の深さ確認まで行うものとし岩の削孔は行わない。又、転石を貫通しての削孔は困難なのでこの場合はロータリー式コアドリルを用いる。
- 標準貫入試験および室内試験のための攪乱試料と不攪乱試料を採取する。
- 孔内地下水位の観測を行う。
- 地質の物理特性を求めるための各土質試験を行う。

本調査結果から判断し予備設計に反映させた項目は以下の通りである。

- 支持層線の推定
- 基礎工形式
- 基礎の許容支持力
- 杭およびケーソン基礎を設計する際の土質常数

本地質調査の成果品は各橋梁ごとに地質調査報告書にまとめられている。

### 3.6.3 詳細目視調査

詳細目視調査の目的は、10橋に関わる概略修繕設計の実施に必要とされる詳細な工学的データを入手することであり、この調査では構造詳細の測定、材料強度の計測および材料劣化などの測定を行った。

#### (1) 構造詳細測定と材料劣化

構造詳細測定では橋梁諸元測定、ひびわれ：腐食状況調査、鋼材板厚測定を実施した。目的は各橋梁の実測全体図を作成することであり、また全ての測定結果は図面に取りまとめ

られている。

## (2) 材料強度測定

コンクリート強度測定にあたっては、シュミットハンマーを用いた非破壊試験を6橋について実施した。試験結果によれば各コンクリート部材は十分な強度を有している。

### 3.6.4 実橋載荷試験

実橋載荷試験の主たる目的はスリ・ランカ国の代表的な形式の橋梁の実際の耐荷力を確認することであり、これらの試験結果は改修計画における適川活荷重の決定に用いられた。

橋梁の実際の耐荷力を推定するためには、理論計算と実橋載荷試験が実用的な方法である。理論計算にはその橋梁に関する全ての設計データを必要とし、これが実橋載荷試験の結果と比較されるわけであるが、試験結果は、構造形式、構造材料および損傷や劣化の程度により異なる余剰耐荷力を含んだ実際の耐荷力を示すものである。したがって、実橋載荷試験の主目的は余剰耐荷力の推定にあるといえる。この値の算定のため、応力度とたわみについて、理論計算値と載荷試験における実測値との比較を行う。本調査においては、理論値の計算は精度を高めるために、有限要素法を用いて行った。

10橋のうち、実橋載荷試験対象橋梁として、以降に示す3橋梁の3支間を選定した。

本調査で行った載荷試験は静的載荷試験であり、載荷用車両を使って主要部材のたわみを測定した。載荷試験の手順を図3.6.1に示す。

実橋載荷試験の結果、鋼鉄桁は半合成桁としての挙動を示し、床版に対してある程度の荷重分配がなされていること、およびRDAが標準設計として使用しているプレストレストコンクリート床版橋は横締プレストレスがなくとも十分な荷重横分配効果があることが判明した。試験結果を取りまとめたものを表3.6.2に示す。

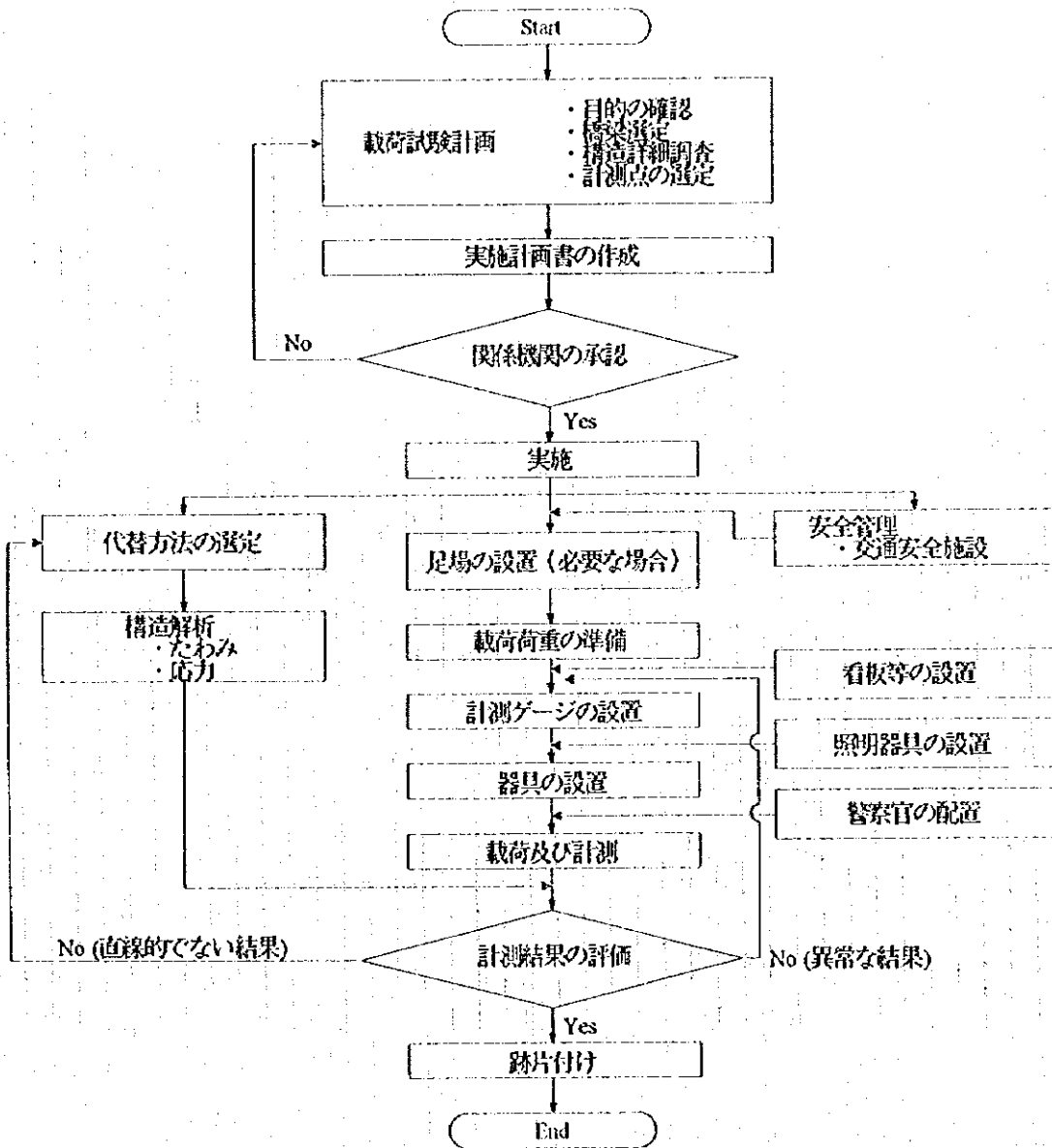


図 3.6.1 載荷試験のフローチャート

表 3.6.2 載荷試験結果

番号	橋梁形式	評価結果概要
59	鋼桁/ バックルプレート床版	<ul style="list-style-type: none"> <li>・たわみの実測値は計算から得た理論値とほぼ一致している。</li> <li>・鋼桁とバックルプレート床版との合成効果は充分期待できる。</li> </ul>
211	鋼桁/RC床版	<ul style="list-style-type: none"> <li>・たわみ量の比（実測値/理論値）によると主桁は半合成桁の挙動を示している。</li> <li>・床版による荷重分配効果がある。</li> </ul>
212	PCプレテン桁	<ul style="list-style-type: none"> <li>・たわみ量の比によると、橋梁の実剛度はFEMを用いて予備計算より得た剛度よりも高い値を示している。</li> <li>・プレキャスト桁を一体化させている場所打ちコンクリート部の厚さが図面に示されている値よりもかなり厚いが、FEM解析では竣工図に図示されている寸法を考慮した。場所打ち部の残余のコンクリート厚は約100mmであり、すなわち橋梁の実剛度は計算値よりも約150%高い。</li> <li>・実際のモデルと理論値のと際を考慮すると、試験結果は比較的信頼できるものであり、また計算方法は妥当であると判断できる。</li> <li>・さらにFEM解析によるたわみ図は実測値のたわみとほぼ一致している。従って、死荷重により応力が増えられさらに設計活荷重が載荷されたとしても、RDAの標準設計に基づくプレテンスラブ桁は充分な体力を有している。</li> </ul>

### 3. 7 鋼材の強度試験

一般に、欧州では1850年から1930年頃までは、鋼材が次の様に変遷している時期である。

- 1847年～1895年頃 : 錬鉄
- 1855年～1870年頃 : 酸化処理ペッセマー鋼
- 1870年～1895年頃 : トーマスプロセスペッセマー鋼
- 1856年～1930年頃 : 低品質軟鋼（初期の平炉鋼）
- 1920年代～ : 軟鋼（現在使用されている構造用軟鋼(SS400)に近い）

英国の橋梁基準の変遷についてU.K. Department of Transport, Bridge Sectionを出典とする資料には次のように述べられている。

- 明確な情報はないが、1955年以前に生産された鋼材の降伏点応力度は、230N/mm<sup>2</sup> (2,340kgf/cm<sup>2</sup>)である。
- 1922年以前に生産された鋼材の一部には低品質なものがある。

ほとんどの鋼橋はほぼ英国統治時代に建設されたと考えられるが、鋼材が英国において工場製作され、輸送後架設されたとすれば建設年と鋼材の製造には年差があるものと思われる。

そこで、スリ・ランカ国内で建設年代の判明している廃橋や解体された橋梁より鋼材片を採取して、日本にて引張試験、硬さ測定、成分分析およびマイクロ組織観察を行い、建設年代による鋼材強度の区分けを実施するものとした。

また、これと併せて、現地における既存橋梁の鋼種の特性を非破壊試験にて行えるような簡便法についても検討を加えた。

#### (1) 鋼材片採取橋梁の選定

RDAと協議し7橋の候補橋梁を選定した。選定条件は以下の通りである。

- 1) 交通阻害の問題の無い廃橋あるいは解体された橋梁であること。
- 2) 建設年が判明していること。
- 3) 疲労による影響の少ない部材から採取できること。

上記の選定条件に基づき事前調査を実施し以下の橋梁を対象橋梁とした。

表 3.7.1 鋼材採取試験対象橋梁

番号	橋	建設年	橋梁形式	部材
1	ギリウラ橋	1880	トラス橋(ヒントラス)	端柱の腹板
2	クルウィタ橋	1934	トラス橋(リベットトラス)	床版部の鋼板
3	ワラカトタ橋	1909	トラス橋(リベットトラス)	端柱のフランジ
4	IIIマータラ橋	1860~1870	鋼桁	桁端

#### (2) 鋼材強度試験結果

強度試験結果のまとめを表3.7.2に示す。

表 3.7.2 鋼材試験結果

番号	橋名	建設年	使用鋼材	許容引張応力度
1	ギリウラ橋	1880	錬鉄	②の80%
2	クルウィタ橋	1934	軟鋼	SS400相当
3	ワラカトタ橋	1909	低品位な極軟鋼又は ベッセマー鋼	②の80%
4	旧マータラ橋	1860~1870	低品位な極軟鋼	②の80%

### (3) 鋼材の分類

鋼橋に使用されている鋼材はその建設年により2つに分類され、その許容応力度は以下のようである。

表 3.7.3 鋼材の分類

建設年	鋼材	Allowable Tensile Stress
1930年以前	錬鉄又は 低品位な極軟鋼	SS 400の80% (降伏点応力度= 24kgf/mm <sup>2</sup> )
1930年以降	軟鋼	SS400相当

### (4) 簡便法による鋼種の特定

他の鋼橋の鋼材強度を推定するには、携帯型超音波硬さ計の使用が簡便な非破壊法がある。但し、錆び面では誤差が大きく鋼材の特定ができない。そのため、鋼材面を適当に磨き処理してから行えば、低品質軟鋼/ベッセマー鋼と普通鋼との選別は可能である。しかし、錬鉄には非金属介在物が多いためこの方法は適用できない。錬鉄は、他の鋼材と錆層の形成が異なり層状錆あるいは層状割れが生じる。従い、錬鉄は目視にて見分けるのがよい。

## 3. 8 適用活荷重の決定

本調査では、スリ・ランカ国における現在の交通量および荷重の載り方に対する検討を行い、以下の設計荷重を考慮するものとした。

### (1) 補修に適用する活荷重

単なる補修に対しては、特に設計荷重を定めず、単に橋梁の耐荷力を維持するための方法と規定する。

(2) 改修に適用する活荷重

改修に対しては、現在の交通車両重量の状況に適合するように日本の道路橋示方書のTL20を修正してその荷重の大きさを定める。最適な改修方法を計画するためには、適当な荷重と共に許容応力度の決定は重要な要因である

(3) 架け替えに適用する活荷重

架け替えに対してはRDAの定める基準（BS5400）による。

### 3.8.1 改修に適用する活荷重の決定

(1) 設定した初期活荷重TL20による応力度照査

初期活荷重としてTL20を設定し、既設橋の応力度照査を行った結果、ほぼ全ての鋼橋で応力超過となった。

(2) 基本活荷重の設定

本調査では、A国道に架かる橋梁に適用する基本活荷重は以下に述べる理由からTL12とする。

- A国道において実施された軸重調査の分析結果によれば、通行車輛総数の軸重に対し約98%を包括する軸重は12トンである。
- 国営大型バスの標準車輛総重量は12トンである。

(3) 設計車輛重量を越える大型車に対する照査用活荷重の設定

A国道に架かる橋梁に載荷する設計車輛重量を越える大型車に対する照査用活荷重は18トンとする。この理由は以下のとおりである。

- A国道では、通行車輛総数に対する車輛重量の累計比が全体交通量の99.5%となる車輛重量は18トンである。
- 許容応力度の割り増し係数を1.5とした場合、その車輛重量は18トンとなる。

一方、B国道については以下の理由により、A国道よりも低めの16トンとした。

- 軸重調査結果はないが、路線の重要性はA国道よりも低い。



- 法で定める2軸トラックの車輛総重量の制限値は15.275トンであり、これを満足する必要がある。

#### (4) 設計車輛重量に関する日本の例

近年見直された設計車輛重量に対する日本の考え方は以下の通りである。

- 現行示方書に従えば、TL2.5荷重は法令により前軸5Tと2つの後軸10Tづつからなり、T荷重としての設計輪重は、この後軸の2倍の20Tを考えている。
- 一方総重量の特例は車輛制限例により最大36Tまで許容することになっており、現実と設計荷重の差はある程度種々の制限により認められた形である。

また、補修の対象となる橋梁の供用荷重を決定する際に考慮すべき『交通状況に関する係数』は、「道路橋補修便覧(S54.2 日本道路協会)」の中で、“通常交通状態における橋梁上への荷重の載り方を考慮して決めるものとする”旨の記載がある。

またスリ・ランカ国の法定車輛総重量は2軸で15.275トン、3軸で20または21トン、4軸で27.5トンである。

#### (5) 鋼材の許容応力度

鋼材の許容応力度の割り増し係数を1.5とした。この値は、鋼材の降伏点応力度を許容応力度で除した値1.71より小さい。

スリ・ランカにおけるA国道の軸重調査結果から、本調査で適用した12トンを越える軸重を持つ通過交通量は全体のわずか2%である。許容応力度の割り増し係数1.5は12.1トンから20トンの荷重に対しても適用できうると考えた。

#### (6) 適用活荷重

軸重調査の分析結果、さらにはスリ・ランカ国と日本国との交通量の差量をも考慮し、橋梁改修計画に適用する活荷重および許容応力度を以下のように定めた。

- A国道 : 18トン (許容応力度の割り増し係数 1.5)
- B国道 : 16トン (許容応力度の割り増し係数 1.5)

但し、上記の活荷重および許容応力度の割り増し係数は、本調査において収集した軸重調査結果を分析して得た軸重および車輛重量の分布に基づくものであり、交通量の著しい増

加がある場合にはこの割り増し係数を低減すべきである。

### 3.8.2 架け替えに適用する活荷重

#### (1) スリランカ国の現行活荷重基準

設計データは殆ど無いが、スリランカ国の橋梁の大半は英国基準に基づいて設計されている。

英国においては、1978年、BS 5400 (1978) として知られている新しい橋梁荷重および設計基準が限界状態設計法を編入するために導入された。1982年、このBS 5400はスリランカ国に導入された。

RDAはBS 5400に基づき、設計活荷重を以下のように定めている。

- スリランカ国の橋梁には、BS 5400に規定されているH AとH B荷重のうち不利な結果を与える荷重を載荷すること。H B荷重は30ユニットとしA国道B国道共に同じとする。
- 特別重要あるいは重工業地域では、45ユニットのH B荷重を載荷させ照査をおこなうこと。
- H B荷重はBS 5400の規定にあるように、2車線にまたがって載荷させてもよい。

#### (2) 架け替えに適用する活荷重

H B荷重は4軸からなっているので車輛重量は1,200kN (120トン)になる。しかし、RDAの実施した軸重調査において、最大車輛重量約41トン、最大軸重約18トンが主要幹線道路において計測されている。従いこの結果から見る限りでは、このH B荷重はかなり安全側に設定されていると思われる。

架け替え案においてはRDAの要求ならびに設計方針に従いRDAの設計活荷重基準を適用することとする。

## 3.9 概略修繕設計

10橋を対象にした概略修繕設計の目的は標準的な修繕設計の実施と、各橋梁の修繕工事数量を算出することである。本設計は詳細調査で得られた結果に基づき実施した。その設計の流れを図3.9.1に示す。

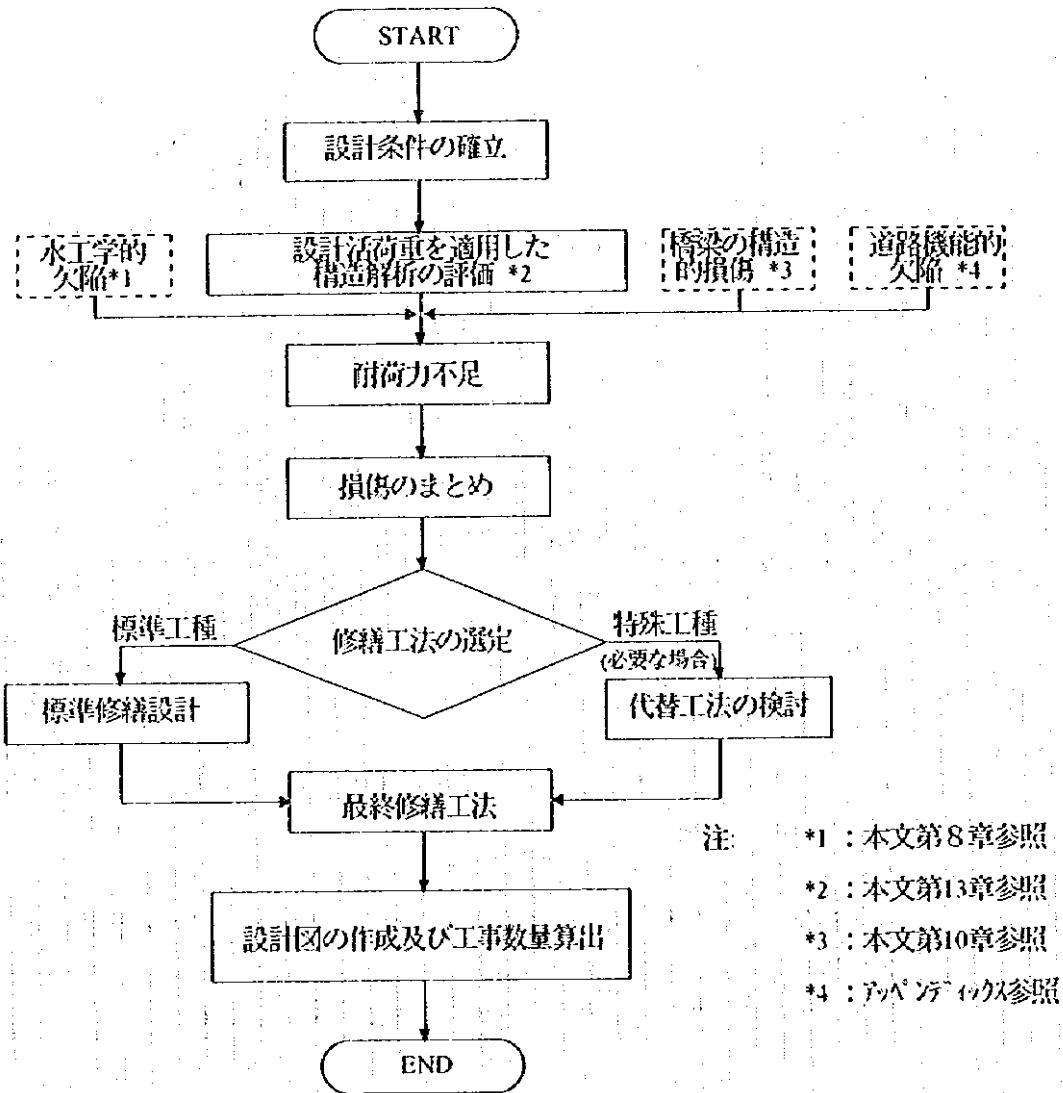


図3.9.1 橋梁予備設計のフローチャート

概略修繕設計は10橋に対する補強から架替えまでの種々の方法にて行われたが、この10通りの修繕方法だけでは他の90橋に関する修繕費用の算定が難しいため、10橋全てに対しての架替え計画についても概略設計を行うこととした。

### 3.9.1 構造検討基準

本調査において適用する構造検討基準は、原則として日本の道路橋示方書も含めた種々の設計基準を基に修正した新しい設計基準であり、検討基準は以下の項目を含む。

#### 幾何構造基準

RDAの基準は架替え計画の取付道路に適用する。

#### 橋梁幅員

架替え計画の場合の橋梁幅員に対してはRDAの基準を適用し、修繕計画に対しては本調査で定めた特例基準を適用する。

#### 桁下余裕高

桁下余裕高に必要性についてはRDAの基準では明確にされていないため、スリ・ランカ国の河川状況を考慮して日本の河川構造令に若干の修正を加えて適用する。

#### 橋梁設計荷重

考慮する荷重は死荷重、群衆荷重、制動荷重、土圧および活荷重である。活荷重に関しては、架替え計画にはIIA・IIB荷重を適用し、修繕計画にはI荷重を適用した。

#### 設計手法

既設橋梁部材の解析・検討及び修繕設計は弾性設計法（許容応力度設計法）を適用する。

BS5400に基づく限界状態設計法は架替え計画に適用する。

### 3.9.2 10橋に対する概略設計

前節までの検討結果に基づき、全ての損傷とその発生原因をまとめ、これらの結果から各橋に対して適切な修繕工法を選定した。10橋に対して選定された修繕工法を取りまとめて表3.9.1に示す。

### 3.9.3 標準修繕設計

詳細調査対象橋梁10橋とは別に、その他の90橋についても各々の橋梁に対して適切な修繕計画を立案するためには本調査において標準修繕方法を選定する必要がある。

表 3.9.1 修繕計画

番号	橋梁型式	構造的欠陥 (評点)		現況幅員 (m)		計画幅員 (m)		橋長 (m)	修繕方法	
		上部工	下部工	車道	全幅員	車道	全幅員		上部工	下部工
85	煉瓦積一子橋	2.0	2.0	6.30	7.50	7.4	9.8	68.90	歩道の追加	拡張
77	下路トラスRC床版・ 鋼桁コサ-ト床版	3.0	2.0	5.36	5.66	6.8	9.2	39.22 79.66	PC7桁及びPC5桁を用いた 架け替え	架け替え 4φ10-2@20+4φ10-120m
53	下路トラスRC床版	2.0	1.0	3.37	3.65	-	-	39.95	主桁の補修	-----
33	下路トラスRC床版・ 鋼桁RC床版	4.0	2.0	3.30	3.64	7.4	9.8	51.00 17.85	PC7桁及び鋼桁を用いた 架け替え	架け替え 16+50+10=76m
59	鋼桁コサ-ト床版	2.0	2.0	3.20	3.56	4.0	5.0	51.00	床版打ち替えと拡張	拡張
20	鋼桁コサ-ト床版	4.0	2.0	3.97	4.29	6.0	7.0	14.35	床版打ち替えと拡張	拡張
70	鋼桁RC床版	2.0	3.0	5.46	5.93	6.5	7.5	43.23	床版打ち替えと拡張	拡張
7	PC7桁+ RC桁	4.0	3.0	5.85	6.85	-	-	139.18	RC桁の補修	補修
211	鋼桁RC床版	2.0	2.0	3.55	3.83	6.0	7.0	23.60	床版打ち替えと拡張	拡張
212	PC7桁	4.0	3.0	10.40	11.90	-	-	62.48	補修	補修

### (1) 鋼鉄桁橋の修繕についての検討

一般的には鋼鉄桁の補修・補強方法について多くの案が考えられるが、スリ・ランカ国における諸条件を考慮して実際的な方法が採用されるべきである。これらの修繕方法を取りまとめると以下の通りである。

- 1) 塗装 : タール系塗装
- 2) 床版補強 : 鉄筋コンクリート床版の部分打替えとクラックへの樹脂注入
- 3) 床版打替え : バックルプレート床版、コルゲート床版やデッキプレート床版の鉄筋コンクリート床版への打替え
- 4) コルゲート埋込み桁 : 鉄筋コンクリートによる主桁の巻立て
- 5) 増設桁(拡幅) : 鉄筋コンクリート床版への打替えと拡幅

### (2) トラス橋の修繕についての検討

鋼鉄桁橋と同様に、トラス橋に対して適切な修繕方法を選定した。トラス橋の場合、主構の増設による拡幅は構造特性上の理由から適用できない。実際的な修繕方法をまとめたものを以下に述べる。

- 1) 塗装 : タール系塗装
- 2) 床版補強 : 鉄筋コンクリート床版の部分打替えとクラックへの樹脂注入
- 3) 床版打替え : バックルプレート床版、コルゲートプレート床版やデッキプレート床版の鉄筋コンクリート床版への打替え
- 4) 主構の補強 : 大幅な損傷部にのみ適用
- 5) 水抜き穴 : " "形状をしている下弦材の下フランジに水抜き穴を設置
- 6) 横倒れ防止材の新設または増設 : 主構が左右に揺れることを防ぐ
- 7) 歩道の増設 : 必要と判断された場合、主構の外側に歩道を設ける

### (3) コンクリート部材についての検討

標準修繕工法は以下の2種類に大別される。

- コンクリートへの保護工
- コンクリートへの補強

スリ・ランカ国における諸条件を考慮した上で、コンクリート部材に対して次のような適切な工法を選定した。

- 1) コンクリート保護工  
    エポキシ樹脂注入工法  
    充填工法
- 2) コンクリート補強工  
    プレキャストコンクリート

#### (4) 河川対策工

河川対策工は護岸工、法尻護岸工、床固工および河道変更工から構成される。以下に選定された河川対策工を記す。

- 1) 護岸工  
    石積工  
    コンクリートブロック積み工
- 2) 法尻護岸工  
    捨石工  
    蛇籠工  
    コンクリートブロック根固め工
- 3) 床固工  
    蛇籠工  
    捨石および蛇籠併用工
- 4) 河道変更工  
    石積み水制工

#### 3.9.4 橋梁予備設計（架け替え案）

橋梁予備設計（架け替え案）は、その結果を90橋の工事費積算に拡大した際の基礎資料となることを目的として実施された。本作業における橋梁計画は橋梁詳細調査結果を反映して実施された。

##### (1) 橋梁型式の選定

###### 1) 上部工形式の選定

RDAはPC橋について独自の標準設計図を所有しており、現在の橋梁架け替え工事においても実際にこれを使用している。RDAの設計手引きにおいてはこれらのコンクリート標準桁を用いてスパンを決定するように推奨している。

標準桁（PSC/PRE）を用いて建設された橋梁に対し実施した実橋載荷試験において、橋梁の耐荷力は確認されている。

以上のことからRDA標準桁を用いることを前提条件とした。

但し、SER No. 33の中央径間は50mを1スパンで跨ぐ必要があり、現況の桁下高さの条件および取り付け道路の制限から鋼単純箱桁を採用している。鋼単純箱桁の設計資料は日本国内に多数あるのでこれを活用して断面および鋼重などを決定するものとし、設計計算は省略した。

## 2) 下部工形式の選定

本予備設計ではスリランカ国における設計施工の現状から判断し以下の基礎工形式を採用している。

- 直接基礎
- 基礎（RDA標準RC角杭 355 \* 355）
- ケーソン基礎（オープンケーソン）

## (2) 架け替え計画の結果

9橋についての架け替え計画図を作成し、工事に必要となる数量計算を行なうと共に施工期間を算出した。

本設計の仕様は主にRDA標準仕様書（1989年）に準拠しておりこれらは架け替え計画図に簡潔に示されている。

### 3.9.5 鋼橋の予備設計

#### (1) 鋼桁（RSJ）橋の応力照査

RSJ橋は、3.7mから10.5mの小径間である。バックルプレート床版（BUC）、コルゲートプレート床版（COR）、デッキプレート床版（DEC）、および木製床板は鉄筋コンクリート床板に打ち替えるのを原則としている。しかしスリ・ランカ国には床版厚の基準および鉄筋量規定が定められていないのでここでその基準を設定する。さらに床版のみによる荷重分配および非合成桁の荷重分配効果についても検討を加えた。応力度の計算は以上の検討結果に基づき実施したものである。



表 3.9.2 鋼桁 (RSJ) 橋の応力照査及び改修計画

番号	応力照査結果		架け替えの必要性		改修計画
	補強なし	主桁への鉄筋コンクリート巻き立てによる補強あり	計算結果より	損傷度より	
44	応力超過	応力超過	○		PCプレテン桁による架け替え
89	応力超過	OK			鉄筋コンクリートによる主桁の巻き立て
2	応力超過	OK			鉄筋コンクリートによる主桁の巻き立て
36	応力超過	応力超過	○		PCプレテン桁による架け替え
102	OK	-			
65	OK	-			
52	応力超過	応力超過	○		PCプレテン桁による架け替え
77	-	-		○	PCプレテン桁による架け替え
106	OK	OK			
108	応力超過	OK			鉄筋コンクリートによる主桁の巻き立て
119	応力超過	応力超過	○		PCプレテン桁による架け替え
175	-	-		○	RC桁による架け替え
120	OK	-			
30	OK	-			
55	応力超過	OK			鉄筋コンクリートによる主桁の巻き立て
56	OK	-			
127	OK	-			
31	-	-		○	PCプレテン桁による架け替え
57	OK	-			
131	OK	-			
209	OK	-			
210	OK	-			
211	OK	-			
33	-	-		○	PCプレテン桁による架け替え
58	OK	-			
59	OK	-			
67	OK	-			
18	-	-		○	PCプレテン桁による架け替え
68	OK	-			
133	OK	-			
78	OK	-			
135	OK	-			
20	応力超過	OK			鉄筋コンクリートによる主桁の巻き立て
38	-	-		○	PCプレテン桁による架け替え
136	応力超過	OK			鉄筋コンクリートによる主桁の巻き立て
195	OK	-			
70	OK	-			
138	OK	-			
173	OK	-			
39	OK	-			
144	-	-		○	RC桁による架け替え
147	OK	-			
148	応力超過	応力超過	○		PCプレテン桁による架け替え
21	OK	OK			
40	OK	-			
17	応力超過	OK			
32	-	-		○	PCプレテン桁による架け替え
150	OK	-			
151	OK	-			
154	OK	-			
24	応力超過	OK			鉄筋コンクリートによる主桁の巻き立て
25	応力超過	応力超過	○		PCプレテン桁による架け替え
35	-	-		○	PCプレテン桁による架け替え
74	OK	-			

1) 床版厚および鉄筋量についての計算基準

床版厚および鉄筋量については、日本の道路橋示方書の規定に従うものとする。

2) 床版のみによる荷重分配効果

載荷試験を行ったSER No. 59およびSER No. 211のFEM解析値から得た反力と1-0法による反力から床版の荷重分配の比較を行った。

- 死荷重は荷重分配されない。
- 10%の活荷重分配が期待できる。

3) 非合成桁の合成効果

非合成桁における合成効果を調べるため、桁のたわみの実測値と理論値との比較を行った。実測値はSER No. 59およびSER No. 211における載荷試験の結果から、理論値はFEM解析から求めた。

- 非合成桁であっても合成と非合成の中間的な合成効果は見込める。

4) RSJ橋の応力照査結果

全54橋のRSJ橋に対して行った応力度照査結果をその改修方法と共に表3.9.2に示す。

(2) トラス橋の応力照査

トラス橋は、10.9mから51.0mの桁長であり短支間から中支間の範囲であるが、20m程度の支間が多い。そこで、詳細調査を実施したSER No. 77 (L=19.7m) にて主要部材の応力照査を行った。

表 3.9.3 トラス橋の応力照査

活荷重	部材	許容応力度の割り増し	応力度
T-20	上・下弦材	1.5倍	3~4%の応力超過
L-20	上・下弦材	1.5倍	12~14%の応力超過
T-18	上・下弦材	1.5倍	応力超過なし

上記の結果より、既設のトラス橋はSER No. 77と同様にT 2 0およびL 2 0載荷時には若干応力超過していると推定できる。

### 3. 10 100橋に対する維持・修繕計画

調査対象橋梁（100橋）全てを網羅する維持・修繕計画の策定は、予備調査結果と概略修繕設計結果を基に実施した。

#### 3.10.1 修繕計画選定基準の設定

橋梁修繕工法の選定にあたっては、以下の項目を考慮して選定基準を設定した。

- (i) 予備調査に基づく構造条件の評価
- (ii) 交通量から定まる車道幅員
- (iii) 予備調査から判断される補修・補強の可能性
- (iv) 歩道添加の可否
- (v) 現況道路の線形状態
- (vi) 洪水調査結果
- (vii) 予備調査により確認された基礎の洗掘
- (viii) 橋梁建設年（損傷の経年変化、耐荷力および設計基準）

橋梁修繕工法の選定基準は構造的な修繕工法、機能的な修繕工法および水工学的修繕工法の3つに大別される。

#### (1) 構造的修繕工法の選定基準

構造的な修繕工法は補修、補強および架替えの3つに大別される。各修繕対策は損傷の種類、範囲、程度およびその発生原因により様々な工法となる。したがって構造的修繕工法の選定基準を設定することは材料劣化や、耐荷力不足などの構造的欠陥に対して、特定の修繕工法を選定できるようにすることである。

##### 1) 補修対策

補修対策は代表10橋の構造検討結果を踏まえて十分な耐荷力を有する橋梁部材に対して選定される。コンクリート部材については、乾燥収縮やクリープによる進行する恐れのないひびわれ、豆板、剥離などの施工不良により生じた軽度の材料劣化・損傷を有する橋梁部材を対象とする。また、鋼部材については、再塗装が上げられる。これに加えて橋梁付属物の取替えもまた該当する。

補修工法は損傷の種類、程度および範囲や損傷原因によって異なり、各修繕工法はその適用基準と共に定義された。

## 2) 補強対策

補強対策は重大な構造的欠陥や3.8節の検討結果に基づき明らかにされた耐荷力不足を有する橋梁部材に適用する。補強工法を必要とする重大な欠陥とは、曲げやせん断力による進行性のひびわれ、沈下、大幅な断面欠損等である。

補強対策もまた損傷の種類、程度および範囲や損傷原因によって異なり、各修繕工法の適用基準と共に定義された。

## 3) 架替え対策

架替え対策は基本的には全体の損傷評価が4.0の橋梁と耐荷力不足の橋梁に対して選定される。また、橋梁部材あるいは橋梁全体の修繕が経済的視点に立つと成立しない場合に適用する。

重大な構造的欠陥および耐荷力不足を有する橋梁部材は適当な橋梁部材に取り替えることとし、構造的な欠陥だけでなく、機能的欠陥あるいは河川工学上の欠陥などが複合した修繕対策を有する橋梁は新橋へ架替えるものとする。

## (2) 機能的修繕対策の選定基準

橋梁機能の観点から見た修繕工法は車道拡幅および歩道添加である。

### 1) 車道拡幅

拡幅の必要性は一般に現在の交通量と将来の計画交通量とから判断されるものであり、RDAには独自の基準が設定されている。(A国道においては原則として、7.4mを考え、交通量の少ない場合は6.8mとする。また、B国道については現地の状況を判断した上で決定する。)

### 2) 歩道添加

歩道添加の必要性は、橋梁が都市部に位置しているか、学校や病院や寺院等の公共施設に隣接しているか否かなどに基づいて決定した。予備調査においてはこれら周辺状況は予備環境調査報告書にまとめられた。

### 3) 嵩上げ

予備調査においてはRDAを通じて、また現地において周辺住民からの聞き取り調査により洪水についての情報収集が行われた。一般に橋梁が冠水する場合、橋梁計画高の嵩上げが行われるが、縦断高の変更は取付部が洪水の流れを阻害し、上流側に不利な影響を与えることになる。したがって、本調査においては嵩上げは考えないものとした。

### (3) 水工学的修繕工法の選定基準

水工学的視点の修繕工法は、護岸工、法尻護保工、床固工および河道変更工を含んでおり、その選定は架橋位置で洗掘、浸食などの水工学的な被害を被っている位置、範囲や程度を考慮して行う。

護岸工は橋台廻りの河岸法面浸食防止に適用する。

法尻護保工は河床洗掘に起因する河岸の法面崩壊を防止するために護岸工の法尻に適用する。

床固工は橋脚廻りの局部洗掘あるいは河床の低下防止に適用する。

河道変更工は架橋位置上流の河川の蛇行に起因する河岸の著しい浸食の防止工として適用する。

上記修繕工法は、架橋位置における河川の流下能力、河川規模、洪水流速、基礎形式および地質などにより異なり、各修繕工法はその対応する適用基準と共に定義された。

#### 3.10.2 維持・修繕工法の選定結果

100橋を対象とする計画結果のまとめを表3.10.11に示す。

表 3.10.1 1.0.0 橋の修繕計画

番号	路線番号	橋梁番号	建設年	橋梁型式	現橋長(m)	従間数	全幅員(m)		損傷度のポイント				構造的観点からの修繕計画	工期(月)		
							現況	計画	床版	主構	橋台	橋脚			翼梁	総合評価
11	AA002	98/1K		RCB	30.00	3	9.30	11.00	4	4	2	2	2	4.0	RSC/PREによる架け替え	18.5
173	AB027	1/2M		RSJ/COR	4.40	1	9.70	9.80	3	4	3	-	3	4.0	RCBによる架け替え	7.0
122	B 045	191/K		ST. TR/T/RCS	18.50	1	3.58	9.20	2	4	1	-	1	4.0	PSC/POSによる架け替え	14.0
129	B 127	2/7K	1900	ARCE/BR	4.60	1	5.25	9.20	-	4	3	-	3	4.0	RCBによる架け替え	7.0
33	B 157	12/3K	1945	ST. TR/T/RCS RSJ/RCS	68.85	3	3.64	9.80	3	4	2	2	1	4.0	PSC/PREと鋼桁による架け替え	28.0
18	B 158	16/7K	1935	RSJ/RCS	31.20	3	3.70	9.20	2	4	2	2	2	4.0	PSC/PREによる架け替え	18.5
72	B 248	9/4K		ST. TR/T/COR	12.10	1	4.30	9.20	2	4	2	-	2	4.0	PSC/PREによる架け替え	13.0
38	B 265	8/1K		RSJ/T	17.02	3	3.49	9.20	4	4	4	4	4	4.0	PSC/POSによる架け替え	14.0
144	B 379	1/1K		RSJ/RCS	3.10	1	6.38	9.80	4	4	2	-	2	4.0	RCBによる架け替え	7.0
32	B 437	2/1K		RSJ/RCS	12.38	2	3.45	9.20	2	4	2	4	3	4.0	PSC/PREによる架け替え	13.0
35	B 454	3/1K	1945	RSJ/COR RSJ/RCS	10.20	1	3.70	9.20	3	2	4	-	2	4.0	PSC/PREによる架け替え	13.0
86	AA002	199/3K		PSC/PRE	22.30	5	3.30	9.20	2	2	4	4	4	4.0	PSC/PREによる架け替え	14.0
202	B 304	14/5K	1993	BAILEY	7.40	1	9.80	-	2	3	4	-	2	4.0	補修(桁下面へのパテ工法)	1.5
212	AA002	138/1K	1975	PSC/PRE	9.15	1	4.80	-	-	-	(4)	-	(4)	(4.0)	補修(洗掘に対する橋台基礎の防護工)	1.0
91	AA004	169/9K		RC/BOX	62.48	3	11.90	-	2	4	3	2	2	4.0	補修(桁下面へのパテ工法、上・下部工のクラック部分への注入工)	1.5
7	B 425	20/4K		PSC/PRE, RCB	13.80	3	7.30	-	-	4	4	3	-	4.0	補修(主床版のクラック部分への樹脂注入)	1.0
20	B 264	25/7K		RSJ/COR	139.18	18	6.85	-	1	4	3	1	4	4.0	補修(RC桁損傷部のアバウトカット工法、下部工へのパテ工法、上・下部工の桁部分への樹脂注入工)	6.0
150	B 444	4/5K		RSJ/COR	14.35	2	4.29	7.00	3	4	2	1	2	4.0	補修(床版打ち替え、損傷主桁の取り替え、上・下部工の拡張)	9.0
61	B 379	7/6K		BAILEY	7.90	1	4.31	7.00	4	4	3	-	3	4.0	補修(床版打ち替え、上・下部工の拡張)	8.0
62	B 423	29/3K		CAUSEWAY	33.50	1	4.75	-	(4)	(1)	-	-	-	(3.2)	補修(鋼板による床版打ち替え)	2.0
63	B 423	27/2K		CAUSEWAY	15.02	4	3.66	9.20	-	4	3	2	-	4.0	PSC/PREによる架け替え	12.0
68	B 164	1/5K		RSJ/BUC (+PSC/PRE)	7.00	3	3.30	9.20	-	4	4	3	2	4.0	PSC/PREによる架け替え	10.0
128	B 097	15/4K	1915	ST. TR/T/RCS	46.90	4	4.55	5.00	3	3	4	3	3	4.0	補修(床版打ち替え、上・下部工の拡張、橋台へのグラウティング)	9.0
208	B 172	10/4K		BAILEY	50.60	5	3.09	-	4	3	4	-	3	4.0	補修(床版打ち替え、下部工の補修)	5.0
119	AB026	3/1K		ARCE/BR RSJ/	18.30	1	4.12	-	(3)	(1)	-	-	-	(2.4)	補修(鋼板による床版打ち替え、洗掘部への蛇行)	2.0
					10.37	1	7.05	7.00	4	2	2	-	2	3.2	PSC/PREによる架け替え	13.0

券 号	路線 番号	起終年	橋梁 形式	現橋長 (m)	径 間 数	全幅員(m)		損傷度の評点				構造的観点からの 修繕計画	工期 (月)		
						現況	計画	床版	主樑	橋台	橋脚			翼壁	総合 評価
78	B 199	5/5K	1918 RSI/BUC	124.40	12	4.52	7.40	4	3	2	1	2	3.2	補強 (床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	15.5
80	AA003	96/7K	1898 ST. TR/T/COR	104.03	4	4.24	-	4	3	2	2	2	3.2	補強 (床版打ち替え、主樑の補修)	11.5
34	B 264	7/1K	ST. TR/T/COR	27.23	2	4.33	-	4	2	2	2	2	3.2	補強 (床版打ち替え、主樑の補修)	6.0
40	B 421	66/2K	RSJ/BUC	21.00	2	4.70	7.00	4	3	2	2	2	3.2	補強 (床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	9.0
42	B 464	5/1K	1904 ST. TR/T/COR	59.20	3	4.29	-	4	2	2	2	2	3.2	補強 (床版打ち替え、主樑の補修)	8.0
44	AA004	196/7K	RSJ/BUC	31.15	3	4.50	5.00	4	2	2	3	3	3.2	PSC/PREによる架け替え	18.0
87	AA002	256/1K	PSC/PRE	4.85	1	5.60	-	4	2	3	-	2	3.2	補修 (石炭掘削のルーズストーンへのリポフィング)	1.0
178	AA004	192/2K	ST. TR/D/COR	43.60	4	4.60	-	4	2	2	2	2	3.2	補強 (床版打ち替え、主樑の補修)	7.5
21	B 421	3/1K	1930 ST. TR/T/COR	26.22	1	4.22	-	4	2	2	2	2	3.2	補強 (床版打ち替え、主樑の補修)	8.0
			RSJ/BUC	10.50	1										
24	B 454	19/2K	RSJ/T	13.60	2	3.06	5.00	4	2	2	3	2	3.2	補強 (床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	8.0
55	B 093	8/10K	RSJ/BUC	20.90	2	4.50	5.00	4	2	1	1	1	3.2	補強 (床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	6.0
56	B 093	3/7K	RSJ/BUC	10.10	1	4.57	5.00	4	2	1	-	1	3.2	補強 (床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	5.0
74	B 466	6/5K	RSJ/BUC	10.30	1	5.60	5.60	4	2	2	2	3	3.2	補強 (床版打ち替え、下部工の拡幅)	5.0
127	B 093	12/2K	RSJ/COR	10.20	1	4.25	4.50	4	2	3	-	1	3.2	補強 (床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	5.0
133	B 188	5/2M	RSJ/BUC	9.00	1	3.60	5.00	4	1	1	-	1	3.2	補強 (床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	6.5
27	AA002	87/1K	1898 ARCH/ST	35.20	3	7.60	9.80	-	1	2	3	3	3.0	PSC/PREによる架け替え	18.0
66	B 111	7/1K	1930 ST. TR/T/COR	36.80	2	5.50	-	2	3	2	2	1	3.0	補修 (主樑の補修)	3.5
70	B 295	3/6K	RSJ/RCS	43.23	5	5.93	7.50	2	2	3	2	2	3.0	補強 (床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	10.0
75	AA002	62/2K	1932 ST. TR/T/RCS	40.50	1	5.68	-	3	3	2	-	3	3.0	補強 (床版打ち替え、主樑の補修)	7.5
108	AA033	5/3K	RSJ/BUC	5.70	1	3.70	7.50	3	3	2	-	2	3.0	補強 (床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	5.5
120	AB029	12/2K	RSJ/RCS	4.25	1	7.03	7.50	3	3	2	-	2	3.0	補強 (鉄筋コンクリートによる主樑の巻き立て)	3.0
197	B 288	10/3K	1918 ST. TR/T/DEC	52.80	2	5.48	-	2	3	2	2	2	3.0	補修 (主樑の補修)	3.5
17	B 437	3/1K	RSJ/BUC	10.35	1	3.42	5.00	3	2	3	-	2	3.0	補強 (床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	8.0

番号	路線番号	橋梁番号	建設年	橋梁型式	現橋長(m)	径間数	全幅員(m)		損傷度の評点						構造的観点からの修繕計画	工期(月)
							現況	計画	床版	主樑	橋台	橋脚	翼壁	総合評価		
47	AA007	70/8K	1918	ARCH/ST	14.57	1	6.30	7.50	-	2	3	-	1	3.0	補強(アーチの拡幅、翼壁の補修)	5.0
93	AA005	21/4K	1926	ST. TR/T/BUC	98.30	2	9.01	-	2	2	2	3	2	3.0	補修(主樑の補修)	5.0
102	AA010	25/2K	1920	RSJ/COR	17.20	2	5.54	7.50	3	3	2	2	2	3.0	補強(床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	12.0
123	B 079	23/2K		RCB	12.02	2	4.28	7.00	3	1	3	1	3	3.0	補強(上・下部工の拡幅)	2.0
151	B 445	14/2K		RSJ/BUC	10.10	1	4.66	7.50	3	3	3	-	2	3.0	補強(床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	8.5
154	B 445	14/3K		RSJ/BUC	10.35	1	4.60	5.00	3	3	3	-	2	3.0	補強(床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	5.0
52	AA017	2/2K		RSJ/COR	10.50	1	4.30	7.50	3	3	1	-	1	3.0	PSC/PREによる架け替え	13.0
65	AA011	24/3K	1967	RSJ/RCS	9.70	1	5.65	7.50	2	3	2	-	2	3.0	補強(床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	8.5
77	AA019	3/2K	1869	RSJ/BUC	79.66	8	5.66	9.20	3	3	2	2	3	3.0	PSC/POS & PSC/PREによる架け替え	30.0
89	AA004	163/9K		ST. TR/T/COR	39.22	2			3	3	-	2	-			
				RSJ/COR	4.80	1	4.22	7.50	3	2	3	-	3	3.0	補強(床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	7.5
147	B 419	6/2K		RSJ/BUC	9.84	1	4.68	7.00	2	3	3	-	2	3.0	補強(床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	8.0
148	B 419	24/2K		RSJ/BUC	8.40	1	3.60	7.00	3	3	3	-	2	3.0	PSC/PREによる架け替え	8.0
173	B 304	17/1K	1940	RSJ/BUC	6.80	1	5.70	7.00	2	3	3	-	2	3.0	補強(床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	7.5
209	B 146	21/1K	1861	ARCH/ST	4.40	1	7.26	-	3	3	2	-	2	3.0	補強(床版打ち替え)	4.5
				RSJ/COR												
19	B 207	10/3K	1890	ST. TR/T/COR	32.38	1	4.28	-	2	3	3	-	3	3.0	補修(主樑の補修)	3.5
26	B 462	10/1K		ST. TR/T/COR	19.00	1	4.26	-	3	2	2	-	1	3.0	補強(床版打ち替え、主樑の補修)	5.5
30	B 014	8/1K		RSJ/COR	20.70	2	5.60	7.00	3	3	2	3	3	3.0	補強(床版打ち替え)	6.0
39	B 349	30/2K	1927	RSJ/COR	23.10	3	3.87	7.00	2	3	2	2	2	3.0	補修(橋台のクラック部への注入工)	9.0
				RSJ/BUC	9.20	1	5.65	7.10	3	3	2	-	2	3.0	補強(床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	5.0
131	B 127	1/2K	1900	RSJ/COR	4.75	1	4.27	7.00	2	3	2	-	2	3.0	RCBによる架け替え	5.0
135	B 249	5/9K		RSJ/BUC	9.30	1	4.60	5.00	3	3	3	-	3	3.0	補強(床版打ち替え、上部工の拡幅)	5.0



番号	路線番号	橋梁番号	建設年	橋梁型式	現橋長(m)	空間数	全幅員(m)		出橋度の評点				橋脚	翼壁	総合評価	橋道的観点からの修繕計画	工期(月)
							現況	計画	床版	主桁	橋台	橋脚					
136	B 272	15/2K		RSJ/B/C	30.50	5	4.28	7.00	1	2	3	2	3	3.0	補強(上・下部工の拡幅)	8.5	
25	B 454	6/6K		RSJ/RCS	24.20	4	3.28	5.00	2	2	2	3	2	3.0	PSC/PREによる架け替え	9.0	
41	B 454	15/5K	1924	RCS	10.30	2	3.63	-	-	2	3	2	3	3.0	補修(高橋)	1.0	
67	B 157	23/2K	1960	RSJ/B/C	19.10	4	3.34	5.00	2	2	3	2	2	3.0	補強(床版打ち替え、上部工の拡幅)	9.0	
69	B 188	5/4K		ST. TR/T/RCS	12.60	1	3.06	-	1	3	2	-	-	3.0	補修(主桁)	2.5	
76	AA002	62/1K	1929	ST. TR/T/RCS	90.90	2	6.25	-	2	2	2	2	2	2.0	補修(主桁)	4.5	
79	AA003	43/1K	1918	ST. TR/T/COR	69.20	3	5.18	-	2	2	2	1	3	2.0	補修(主桁)	3.5	
84	AA001	110/2K	1933	ARCH/S	68.50	3	7.80	-	3	1	1	1	1	2.4	補強(床版打ち替え)	12.0	
85	AA001	91/2K	1894	ARCH/BR	68.90	4	7.50	-	-	2	2	2	1	2.0	補強(歩道添架、上部工の拡幅)	12.0	
99	AA009	5/1K	1860	ST. TR/D/COR	124.80	6	10.30	-	3	2	2	2	3	2.4	補強(床版打ち替え、主桁の補修)	12.0	
195	B 283	10/2K		RSJ/COR	5.50	1	6.06	7.50	-	2	1	-	1	2.0	補強(床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	7.5	
201	B 288	10/5K		ARCH/CO	7.50	2	8.06	-	-	1	2	-	2	2.0	補修(数壁へのグラウティング)	1.0	
36	AA010	48/1K		RSJ/COR	31.12	3	5.52	7.50	2	2	2	1	2	2.0	PSC/PREによる架け替え	18.0	
138	B 304	25/3K		RSJ/BUC	10.30	1	5.47	7.00	3	2	2	-	2	2.4	補強(床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	8.0	
211	B 146	8/3K	1942	RSJ/RCS	23.60	3	3.83	7.00	2	2	2	1	1	2.0	補強(床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	9.0	
210	B 146	6/3K		RSJ/RCS	23.70	3	4.20	7.00	1	2	1	1	2	2.0	補強(床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	9.0	
2	AA010	75/1K		RSJ/COR	122.60	12	5.55	7.50	2	2	1	1	2	2.0	補強(床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	17.0	
43	AA004	206/9K		ARCH/BR	39.40	3	4.70	-	-	2	2	1	2	2.0	補修(活荷とグラウティング)	1.0	
45	AA004	209/1K		ARCH/CO	28.40	2	4.25	-	-	2	1	1	2	2.0	補修(活荷とグラウティング)	1.0	
58	B 157	44/3K	1930	RSJ/RCS (covered with concrete)	10.35	1	3.96	5.00	2	2	2	(4)	-	2.0	PSC/PREによる架け替え	15.0	
59	B 157	43/4K	1924	RSJ/B/C	51.00	5	3.56	5.00	2	2	2	2	2	2.0	補強(床版打ち替え、上・下部工の拡幅)	9.0	
103	AA012	16/1K	1970	RCS	6.64	1	6.64	-	-	-	2	-	2	2.0		-	
130	B 127	7/1K	1917	ST. TR/T/COR	24.73	1	4.54	-	1	2	1	-	2	2.0	補修(主桁)	3.0	
53	AA021	36/3K	1899	ST. TR/T/RCS	39.95	1	3.65	-	1	2	1	-	1	2.0	補修(主桁)	3.5	
60	B 300	15/6K	1933	CAUSEWAY	7.87	3	4.60	9.20	-	2	1	1	2	2.0	PSC/PREによる架け替え	9.0	
46	AA007	73/5K		ARCH/ST	11.70	1	5.80	7.50	-	1	1	-	1	1.0	補強(拡幅)	6.0	

番号	路線番号	橋梁番号	建設年	橋梁型式	現橋長(m)	径間数	全幅員(m)		床版	損傷度のポイント				構造的観点からの修繕計画	工期(月)
							現状	計画		主橋	橋台	橋脚	翼壁		
106	AA026	691K		RSJ/RCS	16.30	2	4.70	7.50	2	1	1	1	1	1.6補強(床版打ち替え、上・下部工の拡張)	9.0
22	B 431	23K	1978	BAILEY	162.30	5	4.17	-	(2)	(1)	(1)	(1)	-	-	-
71	B 227	1/5M	1994	PSC/PRE	16.20	1	5.98	-	1	1	1	1	1	1.0	-
73	B 423	44/3K		RCS	7.60	2	4.00	-	1	1	1	3	1.5補修(橋台へのグラウチング)	1.0	

表 3.10.1 に用いた記号・略号

橋梁番号

K キロメートル  
M マイル

橋梁型式

ARCH/BR 城瓦葺アーチ橋  
ARCH/CO コンクリートアーチ橋  
ARCH/S 鋼アーチ橋  
ARCH/ST 石積アーチ橋  
BAILEY ベイリー橋  
CAUSEWAY コーズウェイ  
PSC/PRE PCプレテン橋  
PSC/POS PCポステン橋  
RCB 鉄筋コンクリート桁橋  
RCS 鉄筋コンクリートスラブ桁橋  
RC/BOX 鉄筋コンクリートボックススカルパート

RSJ/BUC 鋼桁バックルプレート床版  
RSJ/COR 鋼桁コルゲートプレート床版  
RSJ/DEC 鋼桁デッキプレート床版  
RSJ/RCS 鋼桁鉄筋コンクリート床版  
RSJ/T 鋼桁木製床版  
ST. TR./D 上路トラス橋  
ST. TR./T 下路トラス橋

### 3. 11 環境調査

橋梁改修に伴う環境影響への配慮の検討をするため、環境予備調査と現地調査を行い、その結果に基づき初期環境調査（IEE）とスコーピングを行った。

#### (1) 詳細調査対象橋梁(10橋)のIEEの結果

現地調査結果と橋梁改修計画から環境影響を予測し、環境影響緩和策の検討、環境影響アセスメント（EIA）の必要性の判断を行った。検討対象の橋梁はSER No. 85, 212, 77, 53, 211, 33, 59, 20, 70, 7である。IEEの結果から、10橋の改修の際に、次のような環境影響緩和策が必要と考えられる。

##### A. 住民移転、用地

－建物の移転を避けるような計画をたてる。

SER No. 211, 7

－重要施設に支障を与えないような計画をたてる。

SER No. 85（幼稚園）、7（漁港）

－私有地の取得、利用をできるだけ少なくするような計画をたてる。

SER No. 85, 77, 53, 211, 59, 20, 70, 7

－用地取得にあたって、事前に関係者と協議する。

SER No. 85, 77, 53, 211, 33, 59, 20, 70

－用地取得にあたって、補償、代替措置等の配慮を行う。

SER No. 77（井戸）、53（ココナツの木）、20（不法占拠の建物）

－排水不良箇所の改良

SER No. 59

##### B. 河川利用

－水道用水等の取水への配慮

SER No. 77（水道用水）、33（工業用水）、20（農業用水）

－水浴洗濯、砂取りへの配慮

SER No. 85, 77, 53, 211, 33, 20

－河川流水、漁船通行の阻害に対する配慮

SER No. 59, 70, 7

##### C. 交通障害、歩行者の安全

－工事中の交通管理や歩行者安全の確保

SER No. 85, 70

－通学生徒の安全確保

SER No. 53

以上の環境影響緩和策の実行により、環境影響は軽減されるものと評価する。よって、10橋の改修について、環境影響のより詳細な検討（EIA）の実施は必要ないものと判断する。

(2) 予備調査対象橋梁（91橋）のスコーピングの結果

環境予備調査結果と現地調査結果に基づき、予備調査対象橋梁（I E Eを行った10橋を除く、91橋）についてスコーピングを行い、橋梁改修に伴い予想される環境項目の選定、環境配慮事項の提案を行った。

91橋のうちの80橋で、橋梁改修の際に何らかの環境影響が発生し、環境配慮が必要と考えられる。環境配慮の検討を行う環境項目は、次のように選定された。

- A. 住民移転、用地
- B. 河川利用
- C. 交通阻害、歩行者の安全
- D. その他（遺跡、文化財、景観）

上の環境項目に対する環境配慮事項は次の通り。

- A. 住民移転、用地
  - A-1 建物の移転の回避
  - A-2 公共、宗教、産業施設のような重要施設への配慮
  - A-3 私有地の取得、借用への配慮
  - A-4 不法占拠の建物への配慮
  - A-5 事前の関係者との協議
  - A-6 用地取得の際の補償、代替措置
  - A-7 排水不良の改善
- B. 河川利用
  - B-1 取水（水道用水、農業用水、工業用水）への配慮
  - B-2 水浴、洗濯、砂取りへの配慮
  - B-3 河川流水、船舶通行の阻害に対する配慮
- C. 交通阻害、歩行者の安全
  - C-1 工事中の交通管理や歩行者安全の確保
  - C-2 通学生徒の安全確保
- D. その他
  - D-1 遺跡、文化財への配慮
  - D-2 景観への配慮

80橋の改修について、改修方法や工事中の交通対策を検討してI E Eを行い、環境配慮事項についての検討が必要である。

### 3. 12 橋梁維持・管理計画

まず最初に現行のRDAの組織、システムにつき十分な調査を行った。

#### 3.12.1 組織体制と予算

RDAの Engineering Services Division は、新橋の設計を行う橋梁設計部門を含む4つの課を有している。交通・計画課 (Traffic and Planning Section) は現橋の点検と損傷を受けた橋梁の改修計画を設定する数名のスタッフを抱えている。他の2部門は道路設計と用地を担当している。維持・管理建設局は州事務所と共に、橋梁改修を実施する部門である。

RDAの橋梁新設に当てられた予算は道路新設のそれに比べ伸び率は高い。1994年の予算では、橋梁に156百万スリランカルピー (6%)、道路に1,520百万スリランカルピー (57%) とそれぞれに配分されている (全体予算に対する割合を示す)。しかし維持・管理予算については橋梁と道路に区分されておらず、橋梁の維持・管理は道路の一部として実施されてきたといえる。

#### 3.12.2 橋梁の維持・管理に対する提言

橋梁台帳の整備と維持管理の計画、標準的な工法による改修設計、積算と関連調査を行うような新しい部門をRDA内に創立すべきである。最初の段階では橋梁の維持・管理計画に関わる全ての要員を一箇所に配置することが望ましく、この部門は技術局内に設置すべきである。

新設された部門には複数名の技術者と技能者を置き、州および県の地方事務所において必要な専任技術者は、必要に応じて道路技術者を移動させるべきである。州あるいは県の地方事務所において業務量が増加した場合は、定常的な職員を補充すべきである。

#### 3.12.3 ガイドライン

橋梁の点検・維持・改修のマニュアルをスリ・ランカ国が作成するためのガイドとしてガイドラインは作成された。

図3.12.1に示すようにガイドラインは大きく3つの分野より構成される。現況調査は現況データの収集、ファイリング、設計資料の確認より構成されよう。RDAは現況調査を行い一部のファイルはできているようだが、今回示されるガイドラインに沿ってこのファイリングシステムも改善されるべきだと勧告しておきたい。現況調査と器具の利用の基本的

手法が示され、これらの評価方法を示している。

評価の結果は橋梁を2グループに大別できよう。第1グループは日常のチェックと保守のもとで交通に利用できるものとし、第2グループは改修を必要とするものである。評価結果によるか改修案は幅広く、補修程度から架替えまでが考えられよう。

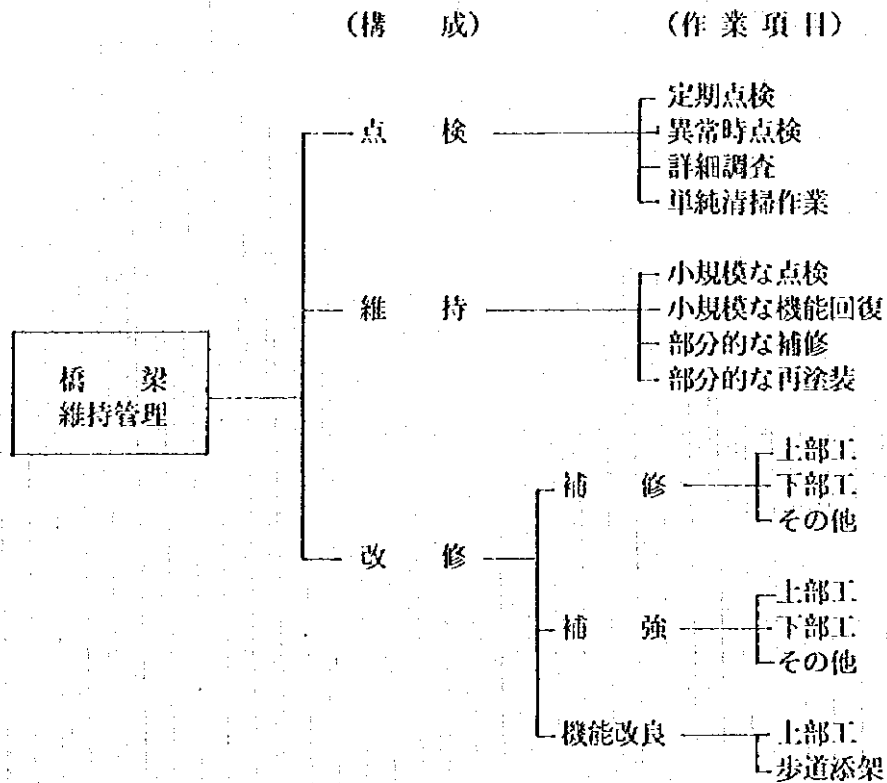


図 3.12.1 維持管理の定義と機能

### 3.12.4 橋梁維持・管理費の積算

#### (1) 点検

表3.12.1に推計橋梁維持・管理費用(年間)を示す。

表 3.12.1 年間橋梁維持管理コスト

(単位: 百万円<sup>°-</sup>)

	メンテナンス RDA本局内	メンテナンス 各地方事務所内	合 計
人件費	2.0	4.0	6.0
設備・機能・器具	3.6	1.0	4.6
事務所	1.2	0.6	1.8
予備費	0.4	0.6	1.0
合 計	7.2	6.2	13.4

(注) 機器の償却期間は15年、修理比率は2割とする。

(2) 簡易な補修を含む日常維持・管理

これまでの予算では、維持費用が道路と橋梁で分かれていないため判断しにくいですが、定期的な橋梁維持費（簡単な補修を含む）として約1.5百万円<sup>°-</sup>が必要となる。これらの合計見積金額14.9百万円<sup>°-</sup>（年当たり）はメインテキスト第19章 表19.7の橋梁の維持費用、53百万円<sup>°-</sup>の28%なので無理のない予算と思われる。

(3) 橋梁改修

メインテキスト第19章に示すとおり、橋梁改修費用は2つに大別される。ひとつは調査対象橋梁100橋についての橋梁改修費用で、もうひとつは、近い将来改修の必要性が見込まれる253橋についての橋梁改修費用である。調査対象の100橋は改修が必要とされる253橋に含まれており、その改修総費用は、1995年価格では、3,445百万円<sup>°-</sup>となる。

一方、1996-2010年の改修に当てられる予算は4,044百万円<sup>°-</sup>と推定され、見積に対し599百万円<sup>°-</sup>の余りとなる。仮にRDAの管理する約4,430橋の調査が終わり、改修を必要とする橋梁数が増えたとこの差分は再検討を必要とするだろう。橋梁部門を含むRDAへの予算措置の大規模な修正を必要とするだろう。

### 3. 13 概算事業費の算出

本章の目的は調査対象橋梁100橋の改修に関わる事業費を算定することにある。橋梁予備設計の結果に基づき、詳細調査対象橋梁10橋について架け替えを想定した場合の9橋についての工事費を算出した。さらにこの結果を用いて橋梁予備調査を行った残りの90橋について工事費を積算した。

本章では、工事費算出にあたり以下の手法を用いた。

- 間接費項目と事業費の構成を検討し、間接費目の乗率を決定する。
- 10橋に関わる改修予備設計の主要工種を検討し、工種毎の一位代価項目を確定する。
- 上記の検討結果に基づき支払項目別または改修工法別の工事単価を算出する。
- 算定された工事単価を分類、分析し全対象橋梁に適用可能な標準単価を作成する。
- スリランカ国における類似プロジェクトの積算結果を参照して外貨と内貨の比率を推定しさらに関税率を加味し、経済コストを算出する。

#### 3.13.1 工事単価の算定

##### (1) 基本条件

積算における基本条件は以下のとおりである。

- 労務費、材料費、機械器具などの価格水準は1995年10月を基準とする。
- 単価は、RDA基準および市場価格に基づいている。
- 橋梁改修費に関する資料はスリ・ランカ国内に少ないので日本の資料を補足的に用いる。
- 直接工事費を除いて、間接工事費、詳細設計費、施工管理費、予備費などの経費は乗率を用いて直接工事費から算定する。

##### (2) 事業費の構成

事業費は工事費、用地買収／補償費、詳細設計費、施工管理費、実施政府機関の一般管理費および予備費から構成される。また、工事費は直接工事費および間接工事費に分かれる。

これらをさらに近年実施された道路のD/S調査結果から外貨、内貨、税金の比率を推定し、仕分けすると以下ようになる。



表3.13.1 プロジェクトコストの内訳

	外 貨	内 貨	税 金	合 計
工 事 費	(1) = 65% of (4) 65	(2) = 10% of (4) 10	(3) = 25% of (4) 25	(4) 100
用地買収/ 補償費	-	-	-	-
エンジニアリングコスト	75% of (5) 7.5	15% of (5) 1.5	10% of (5) 1	(5) = 10% of (4) 10
一般管理費	-	2% of (2) 0.2	-	0.2
予 備 費	20% of (1) 13.0	20% of (2) 2.0	20% of (3) 5	20% of (4) 20
合 計 [%]	85.5 [65.7]	13.7 [10.5]	31 [23.8]	130.2 [100.0]

### (3) 工事単価の算定

本調査では工事単価の算定を以下の手順で行った。

労務費、材料費、機械費の単価

RDA標準単価および市場調査により算定した。

工種別単価

コンクリート工、同運搬工、型枠工、掘削工などの工種別単価はRDA標準単価および市場調査により算定した。この工種別単価は請負業者の間接経費と利益を含んでいる。

工事単価

上記工種別単価を用いて橋台コンクリート単位体積あたり単価、上部工橋面積あたり単価などの工事単価を算定した。

### 3.13.2 標準工事単価の算定

残り90橋に適用可能な標準単価を10橋の積算結果に基づき算定した。

#### (1) 詳細対象橋梁10橋の積算

積算にあたっては、詳細調査の対象となった10橋について、それぞれの損傷状況に応じた適切な改修方法を決定し、必要な項目について工費を算出した。また、これと同時にこれら10橋以外の90橋への展開を考慮し、補修・補強を採用した橋梁についても、架け替え計

画を別途、検討することとした。これら10橋に関する積算内容は、以下の表に示すとおりである。

番号	修繕工法	架け替え計画
85	歩道添架	—
77	架け替え	—
53	上部工の補修	○
33	架け替え	—
59	床版打ち替え及び拡幅	○
20	床版打ち替え及び拡幅	○
70	上部工の補修	○
7	上・下部工の補修	○
211	拡幅と下部工の補修	○
212	上・下部工の補修	○

## (2) 標準工事単価の算定

上記の10橋についての積算結果から残り90橋に適用可能な標準工事単価を算定した。

### 3.13.3 事業費の算定

各橋梁の改修工事費は、橋梁改修に必要となる工事数量に対応する標準工事単価を乗じて改修工事費を求め、これらを合計して求めることができる。改修の優先度および橋梁の型式別に分類した事業費を表3.13.2に示す。

### 3.13.4 経済コスト

スリ・ランカ国において近年実施されたF/S調査（道路）から経済コストが財務コストに占める割合を求めることができる。この割合は83から89%であるが、この内橋梁構造物の割合は76から80%である。スリ・ランカ国における税には関税、物品税のほかに、事業税および国防税などがある。1994年、CIFに対する国防税は3.5%から4.5%に引き上げられた。詳細設計の段階においてはさらに分析が必要となる。

本マスタープランのように橋梁構造物で構成される事業の場合は、輸入機材が多いので税部分の割合は道路事業に比べ大きくなる。従って本調査では、財務コストの76%を経済コストとすることにした。

(単位：ルピー)

表 3.13.2 100 橋改修の事業費

	第1優先度		第2優先度	その他	合計
	架け替え	補修及び補強			
鋼桁(RS)橋 [l= 3.7m] [l= 10.5m]	9 97,335,000	7 75,970,000	22 94,357,000	16 212,442,000	54 480,104,000
トラス橋 [l= 9.3m] [l= 51.0m]	3 360,381,000	5 35,571,000	9 218,210,000	5 6,957,000	22 621,119,000
鋼アーチ橋 [l= 22.8m]	-	-	1 8,440,000	-	1 8,440,000
ベイリー橋 [l= 18.3m] [l= 33.5m]	-	3 4,938,000	-	1 4,938,000	4 4,938,000
RC桁橋 RCスラブ橋 RC*カスカム*ト [l= 3.8m] [l= 9.7m]	1 43,988,000	2 516,000	1 2,246,000	3 139,000	7 46,889,000
PC*V*桁 PC*ス*桁 [l= 4.9m] [l= 16.2m]	-	4 30,870,000	1 9,000	1	6 30,879,000
コ-ス*ク*イ [l= 2.6m] [l= 3.7m]	2 67,493,000	-	-	1 25,213,000	3 92,706,000
アーチ橋 煙瓦、石段 コ/リ-ト [l= 3.6m] [l= 17.2m]	3 61,444,000	-	4 11,566,000	3 1,573,000	10 74,683,000
橋梁形式数 (橋梁数)	18(16)	21(19)	38(35)	30	107(100)
事業費	630,641,000	147,865,000	334,828,000	246,424,000	1,359,758,000

### 3. 1 4 経済評価

#### 3.14.1 概要

当マスタープラン調査はRDAとの討議を経て挙げられた100橋の復旧計画を示すことが一つの目的となっている。対象橋梁は踏査され、いくつもの物理的条件、交通量、道路の機能等が分析された。比較検討が行われ、2010年までの15年間に実施すべく優先度に従って3グループに分けることとなった。経済評価はこのグループごとの妥当性と個々の橋梁の経済的妥当性を確かめるために実施された。

予算規模と修復計画費用を1996年より2010年にかけて15年間の推計を行い、その中より橋梁修復への予算規模の拡大が必要という点を認識した。

#### 3.14.2 経済評価

##### (1) 段階的実施計画と自動車走行費用

100橋は次の3グループに分けられた。

第1グループ	35橋	1996-2000
第2グループ	35橋	2001-2005
第3グループ	30橋	2006-2010

経済便益はいろいろのプロジェクト評価で論じられている。計量できる便益と計量できない便益があることを強調したい。道路プロジェクトの場合、計量化は自動車走行費用の節約がプロジェクトでどの位実現するか推計するのが一般であり、計量できない面は社会、文化、環境等への影響が挙げられよう。自動車走行費用は近年他の調査でも分析されている。これらと同様に旧データを1995年価格に調整し、また1995年5-6月の市場と関税を調べて単位当たりの走行費用を把握した。これらは基本的には舗装2車線の普通の道路上での費用として推計されている。

##### (2) 橋梁破損の確率度

建設年次、改良度合、設計データ、素材等、橋梁の歴史についてのデータは僅かしか残っていないのが現状である。現存の橋梁データでは1932年建設という記録があるが、もっと古くに建設され、修復された橋梁は多くあると言われている。多くは今日まで何らかの形で修復工事を受けているようである。これらについての資料が充分でないので統計的側面より対象橋に修復をした場合としない場合の破損の確率の差を推計することとした。この

差が自動車走行費用と共に便益推計に用いられた。破損の確率を30年経過の橋梁の例で挙げると次のようになる。平均50年使用と見るので残存期間は20年ということになる。この橋梁に対して4種の工事をあてはめると、その分を20年間にわたって積み上げて便益計算に用いた。

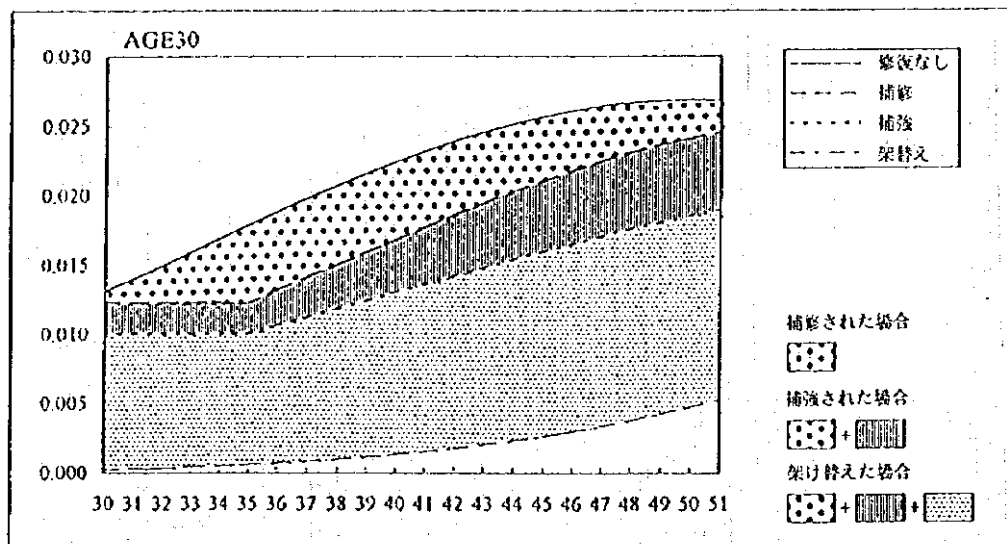


図 3.14.1 工事完了後の破損の確立関数

### (3) 費用

個々の橋梁の修復の経済費用は市場価格でのコストに76%を乗じて推計した。個々の工事期間等は同じく推定されている。年間維持費は工事費の1%相当として工事完了後20年間にわたって各年に推計した。

### (4) 条件

#### — 交通量の伸び

年平均5.7%とし、便益の伸びにもあてはめた。橋梁の日交通量が5,000台を越えた時は年平均4.7%とした。

#### — 大型トラックへの交換

大型トラック（3軸以上）の構成パーセントは多くの橋梁で1%程度と低いし、中型（2軸以上）より大型トラックに切り替えて貨物単位当たりの輸送費用軽減を推計しても便益として計上するほどの内容にならないと考えてこれは推計しないこととした。

## (5) 経済便益

経済便益は橋梁が拡幅改良されたときの総工費の節約と、橋梁の改修によって破損に伴う迂回走行が必要なくなるとしたときの走行費用節約で構成される。

### — 橋梁の拡幅

現在多くの橋梁は一車線程度の幅員で、一方向交通は他方向の交通が通過するのを待つことが多い。もし2車線利用に改良されたならば待ち時間がなくなり、スムーズに流れ、走行費用の節約が推計できる。この場合橋梁部分のキロ当たり走行費用が30%節約できるとした。

### — 走行費用の節約

橋梁の破損の場合とその工事期間中は迂回走行を想定し、その走行費用を推計した。工事完了後の正常の走行状況を仮定した走行費用との差分を求めて通過交通の便益とした。迂回路は道路条件が悪く、単位当たり走行費用は30%増とした。

## (6) 結果

結果は表3.14.1に示される。各グループも妥当な経済評価値を示している。いくつかの橋梁は小さい交通量等が挙げられる。しかし、このような例は少なく諸条件を考えると3グループの再編成を促すものではないと考える。経済分析では3グループでの段階的修復計画を勧告できよう。

表 3.14.1 経済評価

グループ	橋梁数	財務コスト 合計 百万円 <sup>-</sup>	経済コスト 合計 百万円 <sup>-</sup>	平均 内部収益率 %	経済 純現在価値 割引率12% 百万円 <sup>-</sup>	評価 便益費用比 率 割引率12%
第1位	35	778.5	567.3	21.46	2.36	1.97
第2位	35	334.8	254.4	35.91	3.08	3.80
第3位	30	246.4	187.3	14.62	-0.01	1.40
合計	100	1,359.7	1,018.0	24.46	1.72	2.44

### 3.14.3 財務的検討

#### (1) 道路総局の支出規模

道路総局（RDA）の1990-94年の期間の支出内容を調査した。1990年に合計11億55百万ルピーに増加している。支出規模は上下に変動している。この内容より1995年支出内訳を表3.14.2のように推定した。

表 3.14.2 1995年支出内訳

(百万ルピー - 現在価格)

	改修費			通常の維持費			一般管理費	合計
	道路	橋梁	合計	道路	橋梁	合計		
百万ルピー - (%)	1856 (70)	212 (8)	2068 (78)			318 (14)	212 (8)	2651 (100)

#### (2) 2010年までの支出予測

橋梁の通常の維持費は道路の項目に含まれているようである。当マスタープランが示すように橋梁のための維持費は分けて明示した方が良いと考え、2%と設定した。これは表3.14.3に示される。

1995年の支出内訳の構成パーセントが変わらないとして、RDAの予算規模が増えていくと表3.14.3のように推定できよう。この場合、GDPの伸び等を勘案して、RDAの予算規模は2005年まで5%、それ以降は4%と年率で伸びることとした。

表3.14.3 RDAの支出予測（1995年－2010年）

（単位：百万円°-1995年価格）

年	改修費			通常の維持費			一般管理費	合計
	道路	橋梁	合計	道路	橋梁	合計		
配分率	0.70	0.08	0.78	0.12	0.02	0.14	0.08	1.00
1995	1856	212	2068	265	53	318	212	2651
1996-00	10482	1198	11680	1797	299	2096	1198	14975
年平均	2096	240	2336	359	60	419	240	2995
2001-05	11842	1353	13195	2030	338	2368	1353	16917
年平均	2368	271	2639	406	68	474	271	3383
2005-10	13062	1493	14555	2239	373	2612	1493	18660
年平均	2612	299	2911	448	75	522	299	3732
1996-2010 合計	35386	4044	39430	6066	1010	7076	4044	50552

(3) 橋梁修復計画

橋梁修復計画はこのマスタープラン調査100橋と他の153橋は北部・東北部州を含んだ全国で修復を必要とするとして推定される橋梁数である。表3.14.4は253橋の内訳であり、他の153橋は現況調査作成を終えていないために推定した修復対象推定規模である。

253橋合計で34億45百万円°-の費用と推定され、3期に分けた中では第一期に緊急にコストのかかる再建工事を予定しているためその規模が大きくなっている。

表3.14.4 253橋の改修計画

	調査対象 100橋		残りの 153橋		合計 253橋	
	a	b	c	d	h	i
1996-00	35	779	51	695	86	1474
2001-05	35	335	51	695	86	1030
2006-10	30	246	51	695	81	941
合計	100	1360	153	2085	253	3445

(4) 予算と修復費用

表3.14.5は将来の予算規模と修復費用推計を比べたものである。予算規模は全期間合計で40億44百万円°-となり、修復費用は34億45百万円°-となる。5億99百万円°-の余裕を示している。しかし目下実施中の橋梁現況調査の結果、この対比関係は変更を余儀なくさせら



れる可能性が大きいことに留意すべきである。

表3.14.5 予算規模と橋梁改修 (単位：百万円<sup>°</sup>、1995年価格)

年	橋梁改修部門への投資見積額	橋梁改修費用			余剰金及び不足金
		第1のグループ 調査対象100橋	第2のグループ その他の153橋	合計 253橋	
	a	b	c	d=c+b	e=a-d
1996-00	1198	779	695	1474	-276
2001-05	1353	335	695	1030	323
2006-10	1493	246	695	941	552
合計	4044	1360	2085	3445	599

(5) 他の橋梁について

道路総局の計画では、北部県、東北部県を含めて4,000橋以上の橋梁に対して現況調書の作成をしているようである。差し当たってこれらの大部分は日常の維持管理でカバーされていると考えている。しかし、現況調書が完成するといくつかの橋梁は修復工事を必要とすると判断されるだろうし、それは253橋分の修復計画の訂正を必要とするようになるだろう。予算規模の一層の拡大なくして訂正修復計画は実行できなくなる。財政上のいろいろの対応策を早期に検討すべきである。

(6) 勧告

- マスタープラン総括表

表3.14.6 マスタープラン総括表 (単位：百万円<sup>°</sup>、1995年価格)

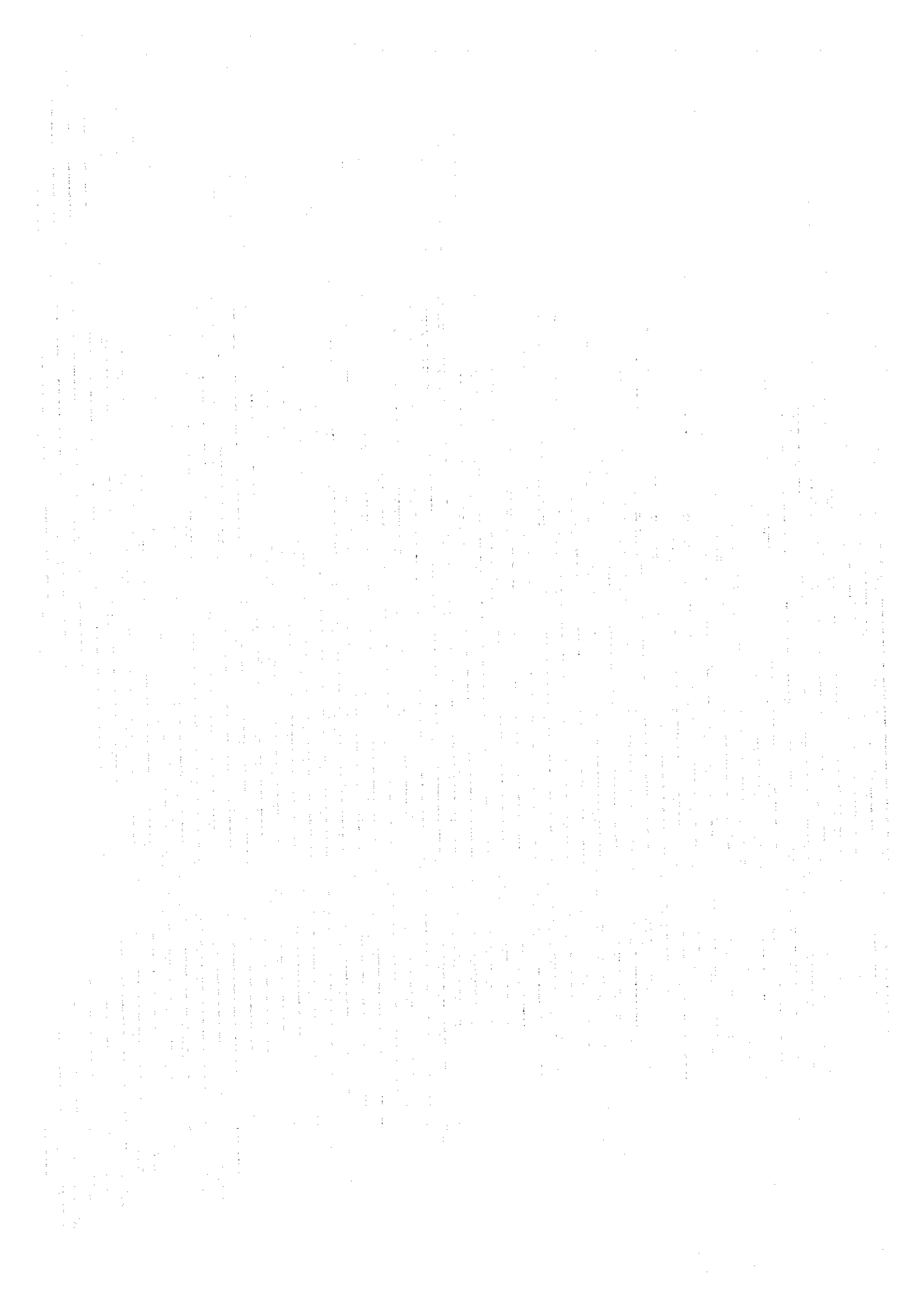
	予算	事業費	収支
改修費合計(1996-2010)	4,044	3,445	599
通常の維持費合計(1996-2010)	1,010	38	962

- 調査対象100橋のグルーピングと3段階での実施計画は経済評価の側面よりも妥当と考える。
- 橋梁改修に対するRDAの予算見積額40億4,400万円<sup>°</sup>は、現在の改修コストの推計費用34億4,500万円<sup>°</sup>に比較すると一見賄えるように見える。
- もしRDAが進めている橋梁4,000橋あまりの橋梁台帳作成調査が終わって改修を必要とする橋梁が253橋以上に増えると、橋梁改修の費用は増大し財源は不足する。十分な予算措置が必要である。
- 橋梁の日常の点検システムと簡単な補修作業は若干の予算措置の中で賄えるだろう。

しかしこれも今後定期的にチェックされるべきものである。

- RDAにより道路網改修の優先度がチェックされ、改訂される度に関係する橋梁の改修優先度も見直されるべきで、両者の整合性は保持されるべきものである。橋梁改修計画の定期的見直し調査は必要である。







JICA