

7) RAMADILLAS 橋

No	工 種	単位	数量	単価(P)	係数	工 費 (P1000)
201	機械掘削	M3	200	1,500	1.00	300
203	水中掘削	M3	100	2,500	1.00	250
244	3重V-杭	M	260	40,000	1.00	10,400
251	型枠工	M2	1,420	6,000	1.00	8,520
261	鉄筋工	TON	54	275,000	1.00	14,850
275	コンクリート 240 kg/cm ²	M3	680	56,000	1.00	38,080
435	はつり工	M2	220	20,000	1.00	4,400
511	仮設橋	M	120	350,000	1.00	42,000
	及び迂回路	M	240	15,000	1.00	3,600
855	伸縮継ぎ手	M	159	33,000	1.00	5,247
965	ゴム支承	No	112	330,000	1.00	36,960
970	塗装	M2	6,615	1,500	1.20	11,907
975	ワカ-工	No	1,390	4,400	0.75	4,587
小 計						181,101
諸 経 費 (40%)						72,440
政 府 税 (18%)						45,637
合 計						299,178

8) MALLECO橋

NO	工 種	単位	数量	単価(P)	係数	工費(P1000)
201	機械掘削	M3	37,700	1,500	1.00	56,550
251	型枠工	M2	1,150	6,000	1.00	6,900
261	鉄筋工	TON	150	275,000	1.00	41,250
275	コンクリート 240 kg/cm ²	M3	2,450	56,000	1.00	137,200
511	仮設橋または迂回路	M	800	15,000	1.50	18,000
970	塗装	M2	26,000	1,500	1.00	39,000
979	鋼桁補修	TON	140	350,000	1.50	73,500
980	鉄骨工事	TON	2,400	800,000	1.00	1,920,000
小 計						2,292,400
諸 計 費 (40%)						916,960
政 府 税 (18%)						577,685
合 計						3,787,045

9) PICHROY 橋

No	工 種	単位	数量	単価(P)	係数	工費 (P1000)
201	機械掘削	M3	40	1,500	1.00	60
244	3重レール杭	M	784	40,000	1.00	31,360
251	型枠工	M2	160	6,000	1.00	960
261	鉄筋工	TON	7	275,000	1.00	1,925
275	コンクリート 240 Kg/cm ²	M3	90	56,000	1.00	5,040
279	踏掛け版	M3	36	83,000	1.00	2,988
435	はつり工	M2	90	20,000	1.00	1,800
815	道路舗装工	M2	400	5,000	1.00	2,000
855	伸縮継手工	M	58	33,000	1.00	1,914
965	工架支承	No	25	330,000	1.00	8,250
970	塗装	M2	1,960	1,500	1.20	3,528
976	沓座幅拡幅工	No	1	29,000	10.00	290
978	落橋防止工	No	6	42,000	1.00	252
小 計						60,367
諸 経 費 (40%)						84,514
政 府 税 (18%)						26,079
合 計						170,960

10) CAYUMAPU 橋

No	工 種	単位	数量	単価(P)	係数	工費 (P1000)
201	機械掘削	M3	40	1,500	1.00	60
241	場所打ち杭	M3	108	90,000	1.10	10,692
251	型枠工	M2	135	6,000	1.10	891
261	鉄筋工	TON	9	275,000	1.10	2,723
275	コンクリート 240 kg/cm ²	M3	105	56,000	1.10	6,468
279	踏み掛け版	M3	36	83,000	1.00	2,988
435	はつり工	M2	70	20,000	1.10	1,540
511	仮設橋又は迂回路	M	80	350,000	1.10	30,800
815	道路舗装工	M2	400	5,000	1.00	2,000
955	洗掘防止工	M3	40	26,000	1.00	1,040
965	工架支承	No	6	330,000	1.10	2,178
976	沓座幅拡幅工	No	1	29,000	10.00	290
977	ゲルバ - 補修	No	6	175,000	1.00	1,050
小 計						62,720
諸 計 費 (40%)						25,088
政 府 税 (18%)						15,805
合 計						103,613

第5章 橋梁補修計画の策定

5-1 補修計画の策定方針

5-1-1 チリ国の橋梁補修計画の現状

本調査は、チリ国で最も重要な幹線道路である国道5号線の橋梁を適切に維持管理し、その安全な交通を確保するために技術的、社会経済的に最も効率の良い手法を策定し、橋梁補修計画を立案することを目的の一つとしている。今回実施した一連の点検調査によって、国道5号線上の橋梁の老朽化が進み、損傷が激しい橋梁が多数存在することが確認された。橋梁は道路を構成する一要素であるが、既存の道路にあっては橋梁がその機能を失うことは社会的、経済的影響は非常に大きい。なかんずく、チリ国の基幹道路である国道5号線上は、同国の経済発展に伴い交通量の増加が著しく、橋梁の機能損失による国家的逸失利益は計りしれないものとなろう。従って、チリ国にとって国道5号線上の橋梁を補修し、保全を計ることは焦眉の急である。

チリ国では本調査と平行して既に緊急に補修の必要な橋梁、交通量の増加から拡幅または増設の必要な橋梁は自己資金で既に補修架け替えを計画・実施している。特に第6州、第7州は交差点の立体化、車線拡幅を含む大規模な国道改修を現在実施中であり本調査でも架け替え優先度の上位に挙げられたMAULE橋、PIDUCO橋は既に架け替えを実施中である。

補修を必要とする橋梁は数多く、それらを補修するためには膨大な資金が必要である。しかし、投資できる資金には限りがあり、その限られた資金の中で効果的に補修を行わなければならない。上記のような状況のもとで、質量共に多大な橋梁の補修計画を科学的かつ合理的に行うためには、関連情報を集約して利用するシステムが不可欠である。本プロジェクトを通して橋梁補修のコスト、補修優先度を合理的に判断できるシステムの開発を行った。

5-1-2 橋梁補修計画の策定

橋梁の補修優先度の判定には様々な要素が絡んでくる。優先度は、橋梁の損傷度、機能などの技術的、構造的な側面および補修コスト、交通量、地域開発計画、国家の政策などの社会経済的指標を総合評価して定めるのが望ましい。しかし、今回は以下の理由により補修計画の策定にあたっては、本調査で橋梁マネージメントシステムを開発し、このシステムを用いて補修計画を策定を試みた。すなわち、予備点検調査で得られたデータに基づいて、橋梁損傷度の評価を行い、その結果を受けて補修の要否と補修優先度の選定、補修工費の算定を行った。

1. 国道5号線の橋梁補修計画であり沿線全線にわたる地域開発計画が存在しない。
2. チリ国では政策的に既に区間を定めて橋梁の改修を実施している。
3. チリ国としてはこれからの改修計画をたてるための論理的な補修優先度が決定できるシステムを求めている事

計画の策定は次の条件・方法で5号線上の調査対象橋梁全ての補修優先度の選定を行った。

1. 既にチリ側で予算を確保して計画、補修を実施しているかいないかに関わらず5号線上の橋梁全てを同じ条件で比較する。
2. 損傷度、橋梁の機能、形式等から技術的な観点から補修優先度を求める。
3. 損傷度4、損傷度5と判定された橋梁各部分の標準補修工及びその工費を定める
4. 国道5号線上の全ての橋梁を上記標準補修工法で補修すると仮定して各橋梁毎にその補修工費を算出する。
5. 補修工事費、交通量の指標を計算する。
6. 2. で求めた橋梁の補修優先順位で各指標を評価できるように表化する。

5-1-3 補修優先度判定指標

一般的にプロジェクトの優先度を判定のため便益/費用(B/C)、内部収益率(IRR)等の指標が用いられるが国道5号線上の全ての橋梁にこの考え方を適用してこの補修の優先度を判定する事は殆ど不可能である。また便益を出す根拠が曖昧であり精度上も意味が無い。このためここでは以下の指標を補修優先度判定の指標として用いた。表5-3(1)から表5-3(8)に総合補修架け替え優先度判定指標(TE)を使用して各橋梁の補修優先度を判定した例を示す。

(1) 総合補修架け替え優先度指標(TE)

橋梁予備調査の段階で収集した橋梁の損傷度、橋梁耐荷力、橋梁機能充足度等から専ら橋梁の機能要求レベルから判断される架け替え優先度。橋梁の損傷度は補修優先度判定の最も重要な部分でありその値の計算方法は8-3で解説している。また総合補修架け替え優先度の考え方は8-4で述べている。

(2) 補修コスト(COST)

チリ国では表8-4で示すように橋梁標準補修工法を定めている。この標準補修工法を利用して補修工法を算出した。補修工費の算出手順は以下の通り

1. 点検結果に基づいて橋梁の各部分の損傷度を表8-5、表8-6に示す評価項目で判定する。
2. 損傷度4または5と判定された橋梁各部分の標準的な補修工法を設定(表8-7、表8-8)
3. 橋梁の規模に応じた補修の数量を表8-9、表8-10の式に従って計算する。
4. 各標準工法の標準単価と上記の数量から補修工費を算出する。

(3) 日平均交通量(ADT)

チリ政府は1988年及び1990年に全国的な交通量の調査を実施している。この調査の交通量の伸び率から1992年、2002年、2012年の交通量を予測した。図5-1から図5-6にこの交通量を国道5号沿線の交通分布として示した。

(4) 補修費用／日平均交通量 (COST/ADT)

橋梁によって便益を受ける主要な要素は橋梁を利用する自動車交通である。時間便益、ガソリン消費、その他は殆どその橋梁を利用する交通量に比例するため費用便益 (B/C) で使用される便益は交通量に比例する。このため補修優先度判定の経済的な判定指標として補修費用／日平均交通量を計算した、この場合値が小さいほどその費用効果は大きいと考えられる。

(5) 補修費用／日平均交通量／橋梁面積 (COST/BA/ADT)

前項(4)で示した指標では橋梁規模が小さい、従って補修コストの低い橋梁の補修優先度が高くなる。この弊害を除去するためCOST/ADT指標をさらに橋梁の規模で割った物を指標として計算した。これにより橋梁面積中りの便益が算出される。

5-2 橋梁損傷度評価

予備点検調査で実施した国道5号線上の246橋の予備点検調査の結果に基づいて健全度の評価を行った。

各橋梁の損傷度は、橋梁の要素を橋梁付属物、上部構造、下部構造の3部位に分け各部位が橋梁全体の構造機能におよぼす重要度(ウェイト)を相対的に評価して求められる。この重要度を部位別損傷度評価と重ね合わせる階層分析手法によって各橋梁の評価値が得られる。損傷度評価の手法は第8章 8-3に記述し、橋梁各部位の相対評価値とウェイトは表8-13に示す。橋梁の補修優先度を定めるため、損傷度の値を統計的なアプローチによって5段階評価に変換し、構造物の損傷に対する評価規準とした。

5-3 補修・架け換えの判定

橋梁の架け換えをするのは大きく分けて以下の3つのケースが考えられる。

1. 交通需要に対し橋梁の要領が不足する場合
2. 河川条件、桁下空間の要求等により架け換えをよぎなくされる場合
3. 橋梁の老朽化、損傷が激しく、補修よりも架け換えが相対的に有利である場合。

第1のケースおよび第2のケースについては、今回の計画の対象としない。橋梁の要領不足に対処するために、次の2つの方法が考えられる。

1. 現在の橋梁そのまま利用しながら、別途に増設する
2. 現橋に代えて新橋梁を建設する。

現在チリでは、車線拡幅に対処する場合、前者の方法の採用を原則としている。従って、今回の計画ではあくまで現橋の補修を対象とし、増設分は別途の計画とした。

本来、補修を実施することによってどの程度橋梁の寿命を延ばせるかを判定することは、極めて難しい。一つには、通常古い橋では補修をしたところ以外の構造部位に新たな問題が生じることが多い。また、補修の方法、部位、程度によってもその寿命は変わってくる。このため、補修か架け替えかの判定を行なうには次のような方法がある。

10年後に架けかえを実施すると仮定し、その工費を1とする。割引率を6%とすると、10年後の架けかえ工費の現在価値(NPV)は0.56となる。従って、補修によって10年橋梁の寿命が延びると仮定するとその補修工費が架けかえ工費の44%以下であれば、10年後に架けかえをすとしても現在補修を実施する事によって延命させる方が経済的に有利になる。また、当初の資金が少なくすむ。割引率が高くなるほど、補修の方が有利となる場合が多くなる。

5-4 技術的優先度評価

橋梁の補修もしくは架けかえの優先度を決定する場合、その評価項目は、地域の特性、管理組織の体制、管理の目的等により変化し、その各々の評価項目の重要度(ウエイト)も変わってくる。橋梁損傷度判定の結果以外に、補修もしくは架けかえの優先度を決定する評価項目は、架橋地点の工学的、地形的特性等の技術、構造面からの指標と国家開発計画、交通需要、資金調達などの社会経済的指標がある。ここでは、技術的、構造的な面から優先度を求めるための評価項目とその各々の項の重要度の割合について検討した。

評価項目および判定方法については、様々な考え方がある。今回の調査では、第8章8-4-2に示すように、優先度判定に影響するお互いに独立した評価項目を第1段階レベルとし、その第1段階レベルをさらに細かく評価する第2段階レベルの項目を設定した。そして、それぞれの階層における重要度を検討する階層構造による評価方手法を用いて、国道5号線上の補修対象橋梁の技術的優先順位を求めた。各々の評価項目の階層別重要度を、表8-17に示す。

5-5 社会経済面からの評価

5-5-1 基本的アプローチ

フィージビリティ調査における評価の一般的アプローチは、プロジェクトに対する計画案から生まれる影響を計測し、評価することである。しかし、影響を明確にすることは複雑で、困難であるとの理由から、伝統的な手法では、そのプロジェクト実施によって生まれる計量し得て、しかも金額でもって現せるものだけの便益と投資コストとの比でもって経済性を評価してきた。

例えば、道路プロジェクトにおいては、道路利用者の直接のしかも計量しうる走行費用節減便益とか旅行時間節減便益に限定して評価しているのが通常である。

橋梁には寿命があり、補修等によって延命処理をしない限りいつかはその機能を失い交通不能の事態が生ずる。既存の道路、特に重要な幹線道路においては、橋梁の機能喪失による損失は膨大であり、その損失を量的に把握することは極めて困難である。交通遮断は、直接の道路利用者に影響を与えるばかりでなく社会的影響が極めて大きい。一方、その橋梁の補修のみでは新たな便益は発生しない。すなわち、補修によってその交通の安全性は増すが、交通容量を増加させるものでなく、基本的に補修前と補修後において交通便益の差はない。従って、計量できる直接の道路利用者の損失を経済評価の指標に用いて、既存の橋梁の補修の経済評価を投資費用と限定された便益の比較で論ずる伝統的な手法は意味がない。

よって、今回の国道5号線の橋梁補修計画においては、社会経済的評価は専ら補修優先度の判定に向ける。従って、収集した様々な情報を分析し、補修もしくは架けかえの優先度を決定するのに役立つ評価項目に限定して評価を行なう。

5-5-2 評価項目

今回の補修計画立案に当たって、その補修優先度を求めるために考えられる評価項目は、社会的指標として次ぎのものが考えられる。

1. 総合開発計画
2. 重要開発地域
3. 人口
4. 交通量および大型車混入率

財務的指標としては、資金、財務的制約条件、工費などがある。これらのうち開発計画など評価に使用するに十分な資料は得られなかったので、交通量および補修工費を社会経済指標として補修優先度をもとめた。交通量はその地域の経済活動の状態を反映していると見なして良いであろう。

5-6 国道5号線の補修計画

今回の調査では総合補修優先度（TE）指標を用いて橋梁補修の優先度を計画した。床版、上部工、下部工で損傷度5と評価された部位を持ちかつ指標（TE）の配点の高い橋梁を緊急に補修する対象として表5-3よりTE指標の高い順に37橋が挙げられる。この中にはMAULE橋のように既に架け替え工事を実施しているもの、CLARO橋のように歴史構造物として特別に保存する必要がある橋梁、PIDUCO橋のように調査期間中に洗掘により落橋したものなど特殊な事情を含んだ橋梁が多く含まれている。このため下記の条件に該当する橋梁を除いて緊急に補修を要する橋梁の候補を挙げると表5-1、表5-2の様になる。

1. 既に改修または掛け替え計画がはっきりしている橋梁。
2. TEが上位で有っても補修を要する各部位の損傷度が5になっていない橋梁。
3. 損傷のみでなく基本的な構造、橋梁建設位置の条件が悪く、補修だけでは対処できない橋梁。

表5-1 補修の緊急度の高い橋梁

NO	NO	NOMBRE	REG	COST (x1000 PS)	ADT	BA	COST/ ADT	COST/ BA*ADT	TE	L	S	I
1	29	PULLALLY	5	48916	4095	1552	11945	7.7	129	4	4	5
2	70	ANTIVERO PONIEN	6	26511	18182	1574	1458	0.9	120	5	4	3
3	53	PS TENIENTE PON	6	34990	15340	338	2281	6.7	130	4	4	5
1	137	DIGUILLIN	8	163725	12644	683	12949	19.0	124	4	5	5
2	123	NINQUIHUE	8	13313	6485	206	2053	10.0	130	4	4	5
3	140	LAJITA	8	8422	6593	304	1277	4.2	128	4	5	4
4	117	NIQUEN	8	4232	6485	261	653	2.5	122	4	5	3
5	142	BATUQUITO	8	65542	6593	144	9941	69.0	130	4	4	5
6	141	BATUCO	8	11192	6593	331	1698	5.1	125	5	4	4
7	152	BUREO	8	33899	5659	1408	5990	4.3	132	5	4	4
8	143	SALTO DEL LAJA	8	166744	6593	1187	25291	21.3	121	5	5	4
9	160	CHAMICHACO	9	5176	4366	163	1186	7.3	130	5	4	4
10	159	HUEQUEN	9	75540	4366	233	17302	74.3	125	5	5	5
11	165	CHANCO	9	6076	5429	203	1119	5.5	120	5	4	3
12	156	MININCO	9	29034	5659	588	5131	8.7	132	4	5	4
13	161	DUMO	9	85112	4366	294	19494	66.3	118	4	5	3
14	166	QUINO	9	79212	5429	578	14591	25.2	124	4	4	5
15	168	PS PUA	9	8620	5429	314	1588	5.1	123	5	4	4
16	213	RAHUE	10	62582	2898	1539	21595	14.0	123	5	5	5
17	233	TRAPEN BAJO	10	5853	2794	360	2095	5.8	113	4	5	3
				934691								

表5-2 早期に補修が望ましい橋梁

NO	NO	NOMBRE	REG	COST	ADT	BA	COST/ ADT	COST/ BA*ADT	TE	L	S	I
1	54	PS TENIENTE ORI	6	17880	15340	324	1166	3.6	128	4	4	4
2	110	PIGUCHEN	7	13798	5971	194	2311	11.9	121	4	4	4
3	108	LONGAVI	7	75423	5971	3326	12632	3.8	128	4	4	4
4	138	RELBUN	8	117684	12644	443	9307	21.0	130	4	4	4
5	134	GALLIPAYO	8	12401	12644	306	981	3.2	128	4	4	4
6	150	BIO-BIO	8	300204	5659	1614	53049	32.9	134	4	4	4
7	124	MENELHUE	8	8082	6485	236	1246	5.3	129	4	4	4
8	149	DUQUECO	8	119631	5659	1505	21140	14.0	118	4	4	4
9	155	ESPERANZA	9	12074	5659	837	2134	2.5	132	4	4	4
10	181	CHADA	9	116063	2828	246	41041	166.8	123	4	4	4
11	171	CAUTIN	9	89613	4798	6713	18677	2.8	123	4	4	4
12	172	METRENCO	9	9222	4793	234	1924	8.2	123	4	4	4
13	188	LELFUCADE 2	10	2926	1856	124	1577	12.7	138	4	4	4
				895001								

注) NOMBRE : 橋梁名
 COST : 補修費用
 ADT : 日平均交通量
 BA : 橋梁面積
 TE : 総合補修優先度
 L : 床版損傷度
 S : 上部工損傷度
 I : 下部工損傷度

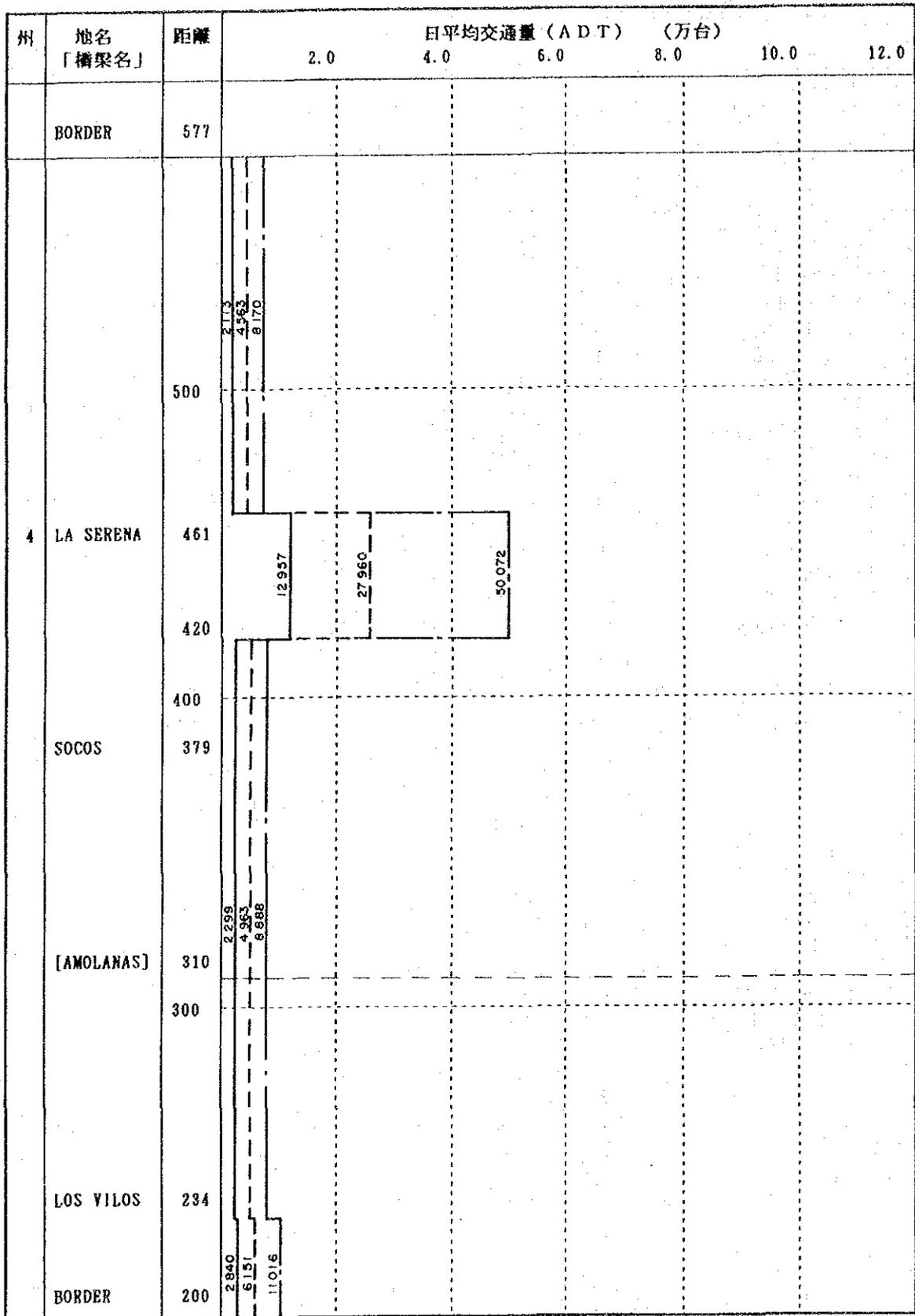


図5-1 国道5号線交通量(1) (第4州)

————— 1992年
 - - - - - 2002年
 - · - · - 2012年

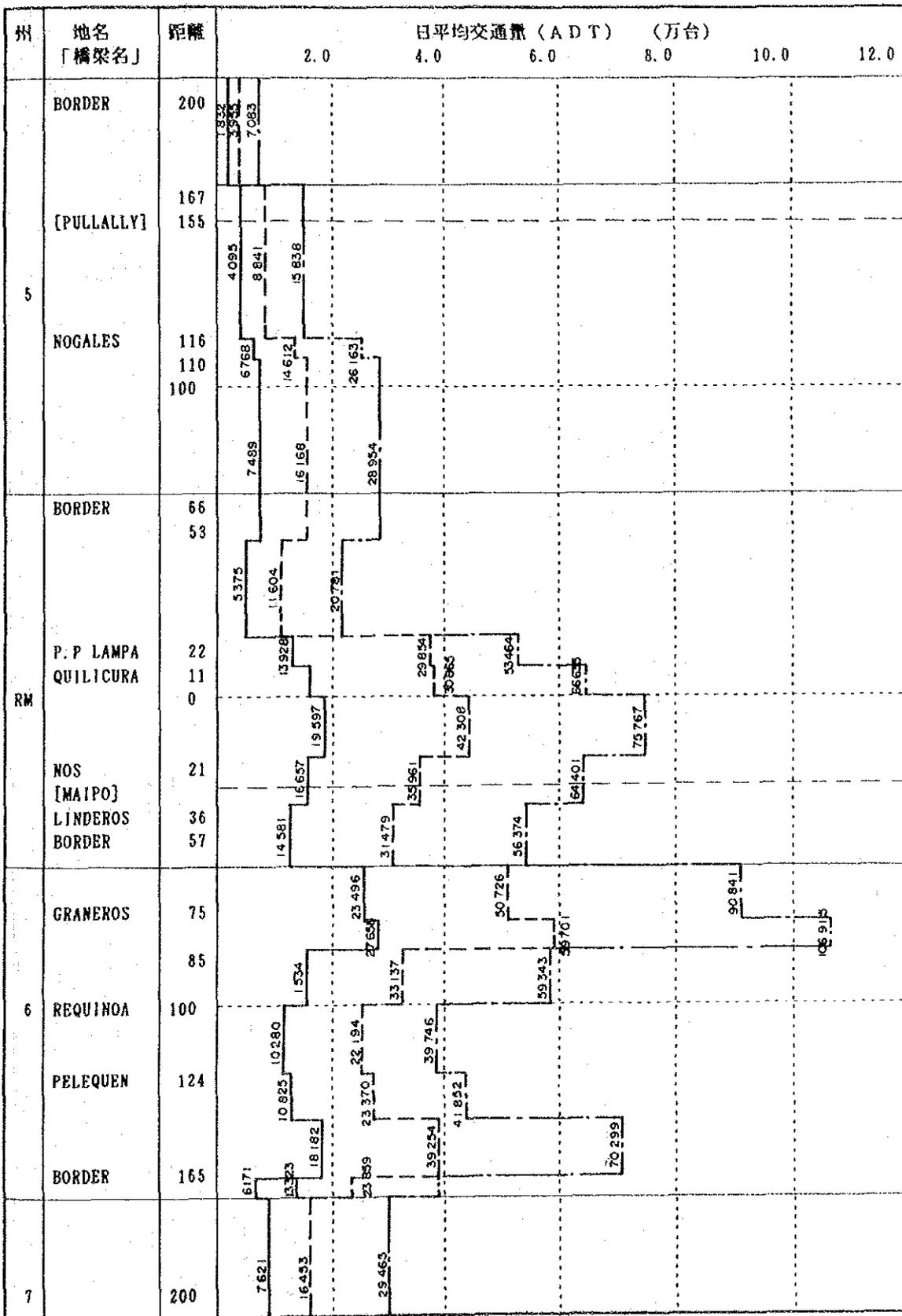


图 5-2 国道 5 号線交通量 (2) (第 5 州、RM 州、6 州)

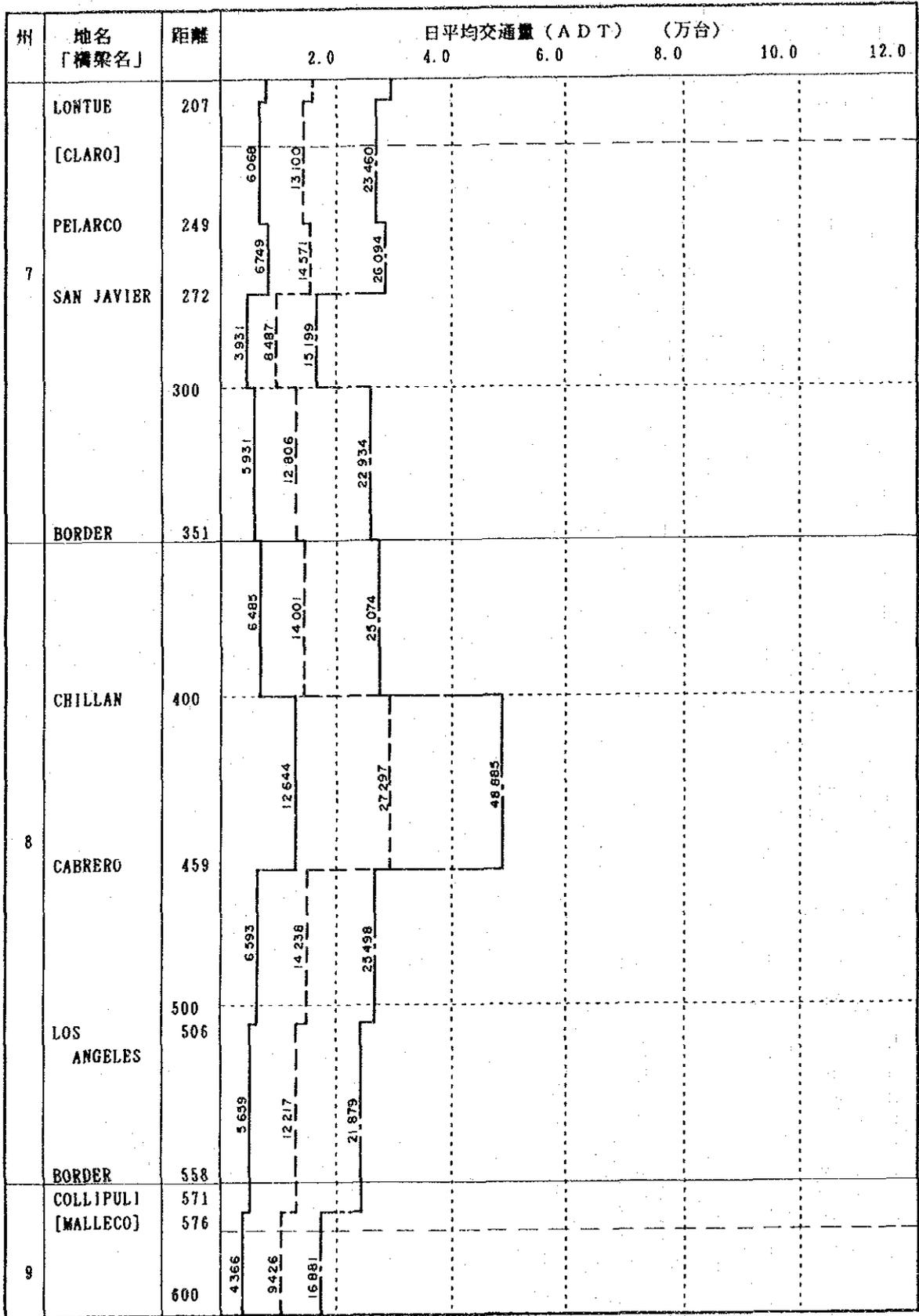


图 5 - 3 国道 5 号線交通量 (3) (第 7 州、8 州)

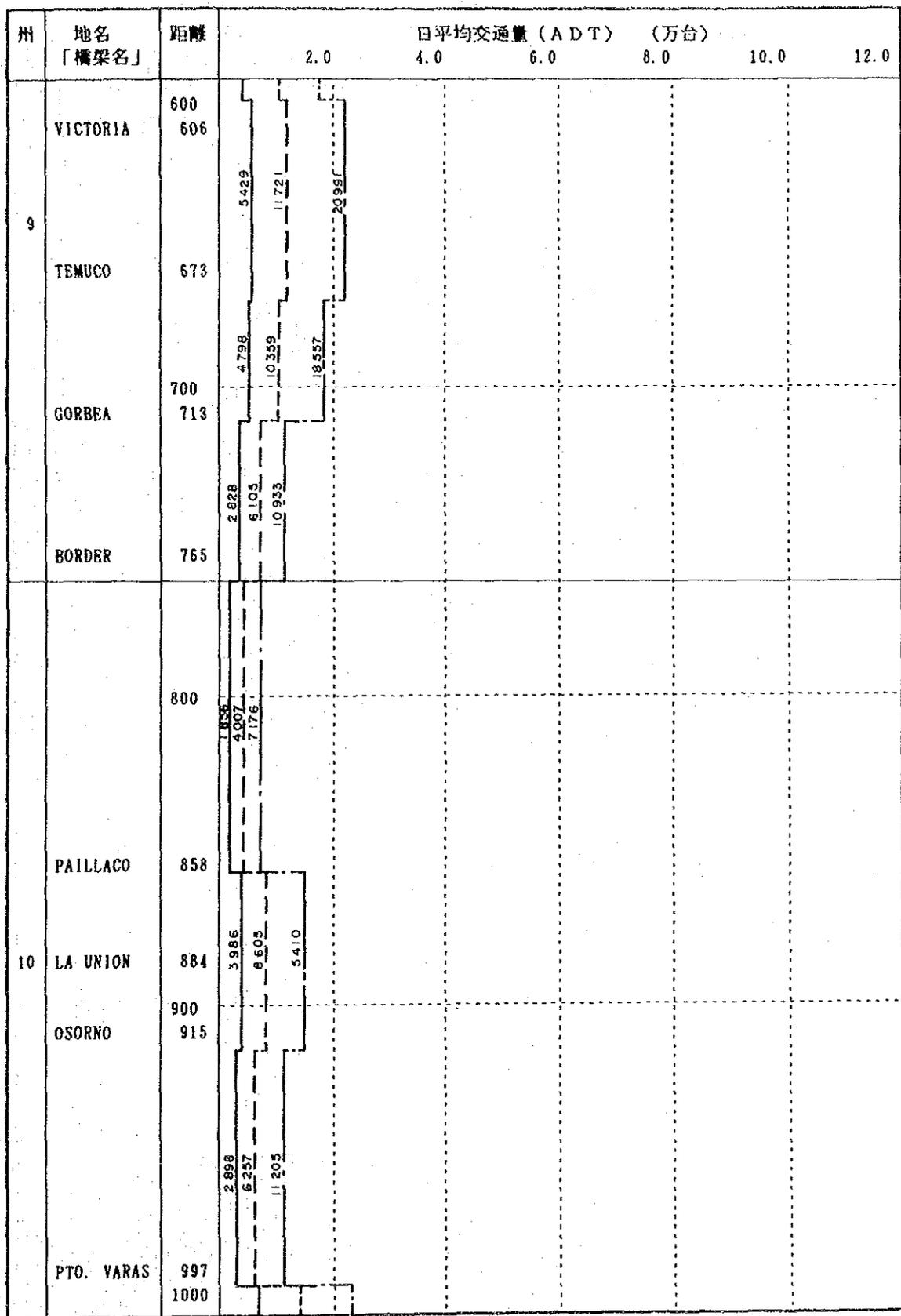


图5-4 国道5号線交通量(4) (第9州、10州)

州	地名 「橋梁名」	距離	日平均交通量 (ADT) (万台)								
			2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0			
10	PTO MONTT	1000	2,794	6,032	10,803	13,916	24,921				
		1015									
	PARAGNA	1064									

图 5-5 国道 5 号線交通量 (5) (第 10)

表 5-3 (1) 総合補修架け替え優先度指標 (TE) を用いた補修の優先度

NO	NOMBRE	TIPO	REG	km	REHA.COST (x1000)	ADT	BA (m2)	COST /ADT	COST/BA /ADT	TE	EV.	
											L	S
1	188	LELFUCADE 2	ACE	10	2,926	1,856	124	1,576	12.68	138	4	4
2	98	MAULE PONIENTE	MIX	7	381,783	6,749	2,874	56,569	19.69	137	5	5
3	99	MAULE ORIENTE	ACE	7	163,630	6,749	1,517	24,245	15.98	137	4	5
4	150	BIO-BIO	HAG	8	300,204	5,659	1,614	53,049	32.87	134	4	4
5	152	BUREO	HAG	8	33,899	5,659	1,408	5,990	4.25	132	5	4
6	155	ESPERANZA	HAG	9	12,074	5,659	837	2,134	2.55	132	4	4
7	156	MININCO	HAG	9	29,034	5,659	588	5,131	8.72	132	4	4
8	90	CLARO	ARS	7	17,358	6,068	1,059	2,861	2.70	131	5	3
9	53	PS TENIENTE PON	HA-	6	34,990	15,340	338	2,281	6.75	130	4	4
10	123	NINQUIHUE	LOS	8	13,313	6,485	206	2,053	9.96	130	4	4
11	138	RELBUN	HAG	8	117,684	12,644	443	9,307	21.00	130	4	4
12	142	BATUQUITO	LOS	8	65,542	6,593	144	9,941	69.25	130	4	4
13	160	CHAMICHACO	HA-	9	5,176	4,366	163	1,185	7.29	130	5	4
14	29	PULLALLY	ACE	5	48,916	4,095	1,552	11,945	7.70	129	4	4
15	124	MENELHUE	LOS	8	8,082	6,485	236	1,246	5.28	129	4	4
16	54	PS TENIENTE ORI	ACE	6	17,880	15,340	324	1,166	3.59	128	4	4
17	97	PIDUCO	LOS	7	39,535	6,749	371	5,858	15.80	128	5	5
18	108	LONGAVI	ACE	7	75,423	5,971	3,326	12,632	3.80	128	4	4
19	134	GALLIPAVO	LOS	8	12,401	12,644	306	981	3.21	128	4	4
20	140	LAJITA	ACE	8	8,422	6,593	304	1,277	4.20	128	4	4
21	141	BATUCO	LOS	8	11,192	6,593	331	1,698	5.13	125	5	4
22	159	HUEQUEN	LOS	9	75,540	4,366	233	17,302	74.37	125	5	5
23	137	DIGUILLIN	HA-	8	163,725	12,644	683	12,949	18.96	124	4	5
24	166	QUINO	ARN	9	79,212	5,429	578	14,590	25.24	124	4	4
25	168	PS PUA	LOS	9	8,620	5,429	314	1,588	5.05	123	5	4
26	171	CAUTIN	HAG	9	89,613	4,798	6,713	18,677	2.78	123	4	4
27	172	METRENCO	HA-	9	9,222	4,798	234	1,922	8.21	123	4	4
28	181	CHADA	LOS	9	116,063	2,828	246	41,041	166.72	123	4	4
29	213	RAHUE	ARN	10	62,582	2,898	1,539	21,595	14.03	123	5	5
30	117	NIQUEN	LOS	8	4,232	6,485	261	653	2.50	122	4	5
31	110	PIGUCHEN	LOS	7	13,798	5,971	194	2,311	11.92	121	4	4
32	143	SALTO DEL LAJA	ACE	8	166,744	6,593	1,187	25,291	21.31	121	5	5
33	70	ANTIVERO PONIEN	HAG	8	26,511	18,182	1,574	1,458	0.93	120	5	4

表 5-3(2) 総合補修架け替え優先度指標 (TE) を用いた補修の優先度

NO	NOMBRE	TIPO	REG	km	REHA. COST (x1000)	ADT	BA (m ²)	COST /ADT	COST/BA /ADT	TE		EV.
										L	S	
34	165 CHANCO	ACE	9	618.0	6,076	5,429	203	1,119	5.51	120	5	3
35	149 DUQUECO	HPO	8	524.0	119,631	5,659	1,505	21,140	14.05	118	4	4
36	161 DUMO	ARS	9	600.9	85,112	4,366	294	19,494	66.36	118	4	5
37	233 TRAPEN BAJO	LOS	10	1097.0	5,853	2,794	360	2,095	5.81	113	4	3
38	167 EL SALTO	ACE	9	621.2	2,194	5,429	202	404	2.00	112	3	4
39	15 HUENTELAUQUEN	MIX	4	263.0	8,790	2,299	2,063	3,824	1.85	111	3	3
40	44 PEUCO ORIENTE	ACE	6	61.9	8,721	23,496	1,030	371	0.36	111	4	3
41	106 ACHIBUENO	HAG	7	305.5	43,610	5,971	2,685	7,304	2.72	111	4	3
42	88 PIRIHUIN	LOS	7	200.0	8,896	6,068	256	1,466	5.73	110	4	3
43	104 ANCOA 1	HAG	7	303.7	12,841	5,971	790	2,151	2.72	109	4	3
44	170 PUMALAL	MIX	9	665.4	28,977	5,429	668	5,337	7.99	109	4	2
45	175 QUEPE ANTIGUO	ACE	9	690.3	14,722	4,798	824	3,068	3.72	108	4	3
46	101 PS BOBADILLA	HAG	7	271.8	20,361	6,749	385	3,017	7.84	107	4	3
47	176 QUEPE NUEVO	MIX	9	690.3	59,710	4,798	720	12,445	17.28	107	3	5
48	151 DESCARGA	LOS	8	531.9	7,870	5,659	902	1,391	1.54	105	3	4
49	244 PAINÉ PONIENTE	ACE	13	48.3	2,759	14,581	190	189	1.00	105	3	4
50	169 QUILLEM	HAG	9	639.5	13,240	5,429	530	2,439	4.60	104	4	2
51	178 PERALES	ACE	9	696.6	4,251	4,798	204	886	4.34	104	2	4
52	36 EL LITRE	ACE	5	112.6	0	6,768	433	0	0.00	103	3	4
53	81 TENO	HAG	7	178.0	43,172	7,621	2,653	5,665	2.14	103	3	3
54	95 PS SAN CLEMENTE	HA-	7	252.8	10,432	6,749	283	1,546	5.46	103	4	3
55	122 NAVOTAVO	LOS	8	378.2	3,786	6,485	301	584	1.94	103	4	3
56	82 GUAIQUILLO ORIE	HAG	7	194.0	125,194	7,621	756	16,427	21.74	102	3	4
57	102 QUILIPIN	ACE	7	294.9	140,760	3,971	311	35,447	113.99	102	3	4
58	147 RARINCO	HA-	8	508.1	7,577	5,659	252	1,339	5.31	101	4	3
59	185 LO VASQUEZ 3	LOS	9	759.9	104,614	2,828	165	36,992	224.19	101	4	3
60	14 AMOLANAS	ARN	4	310.0	84,333	2,299	1,999	36,682	18.35	100	4	3
61	116 PERQUILAUQUEN	HAG	8	351.6	141,832	6,485	3,294	21,871	6.64	100	3	4
62	22 QUILIMARI	HAG	4	200.6	64,762	2,840	844	22,803	27.02	99	3	3
63	86 LONTUE ORIENTE	HAG	7	197.0	23,894	7,621	1,740	3,135	1.80	99	4	3
64	157 MALLECO	ACE	9	576.7	109,817	4,366	6,918	25,153	3.64	99	4	4
65	17 CHIGUALOCO	HAG	4	244.6	0	2,299	440	0	0.00	98	3	3
66	38 ACONCAGUA-OCOA	HAG	5	100.0	2,062	7,489	1,326	275	0.21	98	3	3

表 5-3 (3) 総合補修架け替え優先度指標 (TE) を用いた補修の優先度

	NO	NOMBRE	TIPO	REG	km	REHA.COST (x1000)	ADT	BA (m2)	COST /ADT	COST/BA /ADT	TE		EV.	
											L	S		
67	132	LARQUI	HAG	8	425.6	11,465	12,644	703	907	1.29	98	4	3	3
68	187	LELFUCADE 1	HAG	10	770.8	15,865	1,856	554	8,548	15.42	97	4	3	3
69	245	PAINE ORIENTE	ACE	13	48.3	0	14,581	202	0	0.00	95	3	3	4
70	203	CHOROY	ACE	10	870.6	4,432	3,986	272	1,112	4.09	94	3	4	3
71	13	EL TENIENTE	HAG	4	335.1	1,817	2,299	1,042	790	0.76	93	3	3	3
72	100	LAS VERTIENTES	HAG	7	270.0	34,595	6,749	486	5,126	10.56	93	3	4	3
73	105	ANCOA 2	HAG	7	304.8	7,581	5,971	960	1,270	1.32	93	3	3	4
74	31	TALAUEN	LOS	5	149.3	3,176	4,095	108	776	7.18	92	3	3	4
75	158	PS PIDIMA	ACE	9	584.5	3,791	4,366	250	868	3.47	92	3	4	3
76	189	NEGRO	ACE	10	775.8	8,951	1,856	1,403	4,823	3.44	92	3	4	3
77	236	LO PINTO 1 ORI.	LOS	13	22.0	0	13,928	123	0	0.00	90	3	3	4
78	20	TOTORALILLO	HAG	4	211.1	0	2,840	676	0	0.00	88	3	3	3
79	79	PEOR ES NADA OR	HAG	6	164.5	0	6,171	626	0	0.00	88	3	3	4
80	107	LIGUAY	HA-	7	316.6	20,528	5,971	780	3,438	4.41	86	3	3	4
81	120	BULI	LOS	8	369.4	6,305	6,485	134	972	7.26	86	4	3	3
82	103	PUTAGAN	HA-	7	295.7	33,368	3,971	936	8,403	8.98	85	3	3	4
83	32	QUEBRADILLA	LOS	5	145.9	0	4,095	304	0	0.00	84	3	3	4
84	33	EL COBRE	LOS	5	123.4	0	4,095	562	0	0.00	84	3	3	4
85	205	CUNO CUNO	ACE	10	873.4	2,830	3,986	272	710	2.61	84	3	4	2
86	43	PEUCO PONIENTE	MIX	6	61.9	4,168	23,496	797	177	0.22	83	3	3	4
87	186	CRUCES	HAG	10	767.9	2,688	1,856	711	1,449	2.04	83	3	3	3
88	23	PS LOS MOLLES	LOS	5	188.0	0	1,832	181	0	0.00	82	3	3	4
89	48	BENITO PONIENTE	HA-	6	74.8	2,726	23,496	157	116	0.74	82	3	3	3
90	177	HUILQUILCO	ACE	9	693.3	4,009	4,798	203	836	4.12	82	3	4	2
91	35	NOGALES	HAG	5	116.0	2,562	6,768	932	379	0.41	81	3	3	3
92	84	PS MAQUEHUA ORI	HAG	7	194.6	11,764	7,621	772	1,544	2.00	81	4	3	2
93	179	PS FREIRE	LOS	9	699.3	3,078	4,798	135	641	4.75	81	4	3	3
94	60	CLARO ORIENTE	HAG	6	114.5	0	10,280	851	0	0.00	80	3	3	3
95	202	LLOLLEHUE	ACE	10	869.2	562	3,986	538	141	0.26	80	4	2	3
96	207	TRAIGUEN	ACE	10	887.1	9,302	3,986	604	2,334	3.86	80	3	4	2
97	92	PANGUE	HAG	7	245.0	8,091	6,068	1,133	1,333	1.18	79	3	3	3
98	24	CHIVATO	HAG	5	185.3	0	1,832	414	0	0.00	78	3	3	3
99	125	PS IANSA	LOS	8	393.6	1,213	6,485	125	187	1.49	78	4	3	3

表 5 - 3 (4) 総合補修架け替え優先度指標 (T E) を用いた補修の優先度

NO	NOMBRE	TIPO	REG	km	REHA.COST (x1000)	ADT	BA (m2)	COST /ADT	COST/BA /ADT	TE		EV.
										L	S	
100	209	FILMAIQUEN	HPO	10	15,732	3,986	1,008	3,947	3.92	78	4	3
101	91	CHAGRES	HA-	7	2,111	6,068	282	348	1.24	77	2	3
102	184	LO VASQUEZ 2	HA-	9	5,313	2,828	144	1,879	13.03	77	2	3
103	16	MILLAHUE	LOS	4	2,391	2,299	311	1,040	3.34	76	3	3
104	27	LONGOTOMA 2	HA-	5	0	4,095	1,091	0	0.00	75	3	3
105	72	TINGUIRIRICA P	HAG	6	0	18,182	1,927	0	0.00	75	3	3
106	25	LA BALLENA	LOS	5	0	1,832	159	0	0.00	74	3	3
107	50	CADENA	LOS	6	11,935	27,653	312	432	1.38	74	3	3
108	64	RIGOLEMU ORIENT	HAG	6	0	10,820	480	0	0.00	74	3	3
109	111	PS COPIHUE	HAG	7	6,861	5,971	279	1,149	4.12	74	3	3
110	200	HUINA HUINA	ACE	10	5,623	1,856	480	3,030	6.31	74	3	4
111	204	NISCON	ACE	10	2,524	3,986	272	633	2.33	74	3	3
112	131	NEBUCO	HAG	8	0	12,644	1,384	0	0.00	73	3	2
113	214	CHIFIN	ACE	10	3,172	2,898	416	1,094	2.63	73	3	4
114	234	PEUCO ORIENTE	LOS	13	0	5,375	180	0	0.00	73	3	3
115	12	LA CEBADA	ACE	4	0	2,299	238	0	0.00	72	3	3
116	39	PS LA CALAVERA	MIX	5	0	7,489	409	0	0.00	72	3	3
117	45	PS TRONCO	LOS	6	1,006	23,496	249	43	0.17	72	3	3
118	56	PS LIRIOS ORIENT	ACE	6	0	15,340	665	0	0.00	72	3	3
119	57	PS LIRIOS PONIE	HAG	6	0	15,340	642	0	0.00	72	2	3
120	93	LIRCAY 1	HA-	7	0	6,749	1,192	0	0.00	72	3	3
121	113	COLLIGUAY	LOS	7	968	5,971	119	162	1.37	72	3	3
122	162	COLO	ARS	9	8,988	5,429	497	1,656	3.33	72	3	3
123	197	HUILLINCO	ACE	10	5,699	1,856	756	3,071	4.06	72	3	4
124	58	TIPAUME ORIENTE	HAG	6	0	10,280	360	0	0.00	71	3	3
125	78	PEOR ES NADA PO	HPO	6	0	6,171	702	0	0.00	71	3	3
126	4	CULEBRON PONIEN	ACE	4	0	2,113	558	0	0.00	70	3	3
127	42	LOS LOROS	LOS	5	0	7,489	309	0	0.00	70	3	3
128	21	PS PALO COLORAD	HA-	4	0	2,840	350	0	0.00	69	3	3
129	180	TOLTEN	ARN	9	42,506	4,798	4,070	8,859	2.18	69	3	3
130	193	INAQUE	ACE	10	2,379	1,856	896	1,282	1.43	68	4	3
131	7	CAMARONES 2	MIX	4	0	2,299	285	0	0.00	67	3	3
132	10	QUEBRADA SECA	LOS	4	0	2,299	599	0	0.00	66	3	3

表 5-3 (5) 総合補修架け替え優先度指標 (TE) を用いた補修の優先度

NO	NOMBRE	TIPO	REG	km	REHA. COST (x1000)	ADT	BA (m ²)	COST /ADT	COST/BA /ADT	TE	EV.	
											L	S
133	40 LAS VEGAS PO	MIX	5	88.4	0	7,489	286	0	0.00	66	3	3
134	112 COPIHUE	LOS	7	332.5	7,440	5,971	236	1,246	5.28	66	3	3
135	5 CULEBRON ORIENT	HA-	4	463.5	0	2,113	461	0	0.00	65	2	3
136	28 LONGOTOMA 1	LOS	5	163.0	0	4,095	156	0	0.00	65	3	3
137	34 EL MELON	LOS	5	120.3	0	4,095	1,048	0	0.00	65	3	3
138	118 COLLIGUAY	LOS	8	361.7	0	6,485	165	0	0.00	65	3	2
139	230 CEBADAL	LOS	10	1089.6	0	2,794	153	0	0.00	65	3	3
140	30 JAURURO	LOS	5	152.9	0	4,095	244	0	0.00	64	3	3
141	41 LAS VEGAS OR	MIX	5	88.4	0	7,489	286	0	0.00	64	3	3
142	46 STA. BLANCA PON	HA-	6	71.5	0	23,496	389	0	0.00	64	2	3
143	61 CLARO PONIENTE	HA-	6	114.5	0	10,280	846	0	0.00	64	3	3
144	148 QUILQUE	LOS	8	514.0	7,830	5,659	152	1,384	9.11	64	3	3
145	190 RUCACO	ACE	10	787.0	14,693	1,856	1,613	7,916	4.91	64	3	3
146	206 LA POZA	ACE	10	883.3	1,457	3,986	271	366	1.35	64	3	2
147	237 LO PINTO 1 PON.	HA-	13	22.0	0	13,928	183	0	0.00	64	3	3
148	65 RIGOLEMU PONIEN	ACE	6	126.3	0	10,820	624	0	0.00	63	2	3
149	139 ITATA	ARS	8	455.3	14,834	12,644	683	1,173	1.72	63	3	3
150	6 LAGUNILLAS	HA-	4	442.4	0	12,951	500	0	0.00	62	3	2
151	49 BENITO ORIENTE	LOS	6	74.8	0	23,496	239	0	0.00	62	3	3
152	121 GAONA	LOS	8	373.5	0	6,485	135	0	0.00	62	3	2
153	154 CANAL RIEGO	ACE	8	554.8	1,004	5,659	104	177	1.71	62	3	3
154	163 TRAIGUEN	ACE	9	609.2	4,204	5,429	300	774	2.58	62	3	2
155	164 TRICAUCO	ACE	9	614.2	1,669	5,429	201	307	1.53	62	3	2
156	235 PEUCO PONIENTE	ACE	13	41.5	0	5,375	162	0	0.00	62	2	3
157	242 PS PAINÉ ORIENT	HA-	13	45.3	0	14,581	236	0	0.00	62	3	3
158	243 PS PAINÉ PONIEN	ACE	13	45.3	0	14,581	230	0	0.00	62	3	3
159	247 PS HOSPITAL PON	MIX	13	51.2	0	14,581	733	0	0.00	62	3	3
160	208 RIO BUENO	HPO	10	889.2	28,500	3,986	3,338	7,150	2.14	61	4	2
161	2 FISCAL	HAG	4	474.1	0	2,113	1,191	0	0.00	60	2	2
162	26 HUAQUEN	HA-	5	171.4	0	1,832	632	0	0.00	60	3	2
163	133 PITE	LOS	8	426.8	0	12,644	216	0	0.00	60	3	2
164	135 ESPINAL	LOS	8	433.7	3,811	12,644	226	301	1.33	60	3	2
165	89 ESTERO SECO	HPO	7	201.1	0	6,068	328	0	0.00	58	2	2

表 5-3(6) 総合補修架け替え優先度指標 (TE) を用いた補修の優先度

NO	NOMBRE	TIPO	REG	km	REHA. COST (x1000)	ADT	BA (m2)	COST /ADT	COST/BA /ADT	TE		EV.	
										L	S		
166	96 PS LIRCAY	HAG	7	255.8	887	6,749	445	131	0.30	57	2	2	3
167	3 PS LA SERENA	MIX	4	473.9	0	2,113	1,698	0	0.00	56	2	3	3
168	8 CAMARONES 1	MIX	4	416.0	0	2,299	502	0	0.00	56	2	2	3
169	218 EL BURRO	ACE	10	1002.9	3,643	6,446	161	565	3.51	56	2	3	2
170	18 CONCHALI	HPC	4	229.3	0	2,840	495	0	0.00	55	3	2	3
171	211 PUQUITRE	LOS	10	941.7	4,147	2,898	237	1,431	6.03	55	3	2	3
172	1 JUAN SOLDADO	ARN	4	503.6	0	2,113	1,542	0	0.00	54	3	3	2
173	9 EL ALMENDRO	MIX	4	411.9	0	2,299	199	0	0.00	54	2	2	3
174	11 LIMARI	ARN	4	378.1	0	2,299	1,648	0	0.00	54	3	3	2
175	153 CHUMULCO	HA-	8	551.6	919	5,659	214	162	0.76	54	3	3	2
176	191 PS MAFIL	ACE	10	799.7	0	1,856	335	0	0.00	54	2	3	3
177	217 PESCADO	ACE	10	997.7	2,949	6,446	161	457	2.84	54	1	3	2
178	221 ARENAS	LOS	10	1044.4	0	2,794	261	0	0.00	54	3	3	2
179	226 GAUDA	HA-	10	1077.2	1,153	2,794	169	413	2.44	54	3	3	2
180	59 TIPAUME PONIENT	HA-	6	113.3	0	10,280	468	0	0.00	53	3	2	3
181	126 NUBLE	HPO	8	397.7	0	6,485	10,228	0	0.00	52	3	3	2
182	195 MAFIL 2	ACE	10	808.5	1,887	1,856	259	1,016	3.93	52	3	3	2
183	216 PS CASMA	ACE	10	996.9	694	2,898	206	239	1.16	52	2	3	2
184	219 MAULLIN	HPO	10	1028.6	11,058	2,794	633	3,958	6.25	52	3	3	2
185	246 PS HOSPITAL ORI	HPO	13	51.2	0	14,581	730	0	0.00	52	3	2	3
186	19 PS EL NEGRO	LOS	4	218.5	0	2,840	419	0	0.00	51	2	2	3
187	173 PICHIQUEPE ANTI	ACE	9	689.9	0	4,798	192	0	0.00	50	3	1	2
188	194 MAFIL 1	ACE	10	808.3	5,232	1,856	259	2,819	10.89	50	1	3	2
189	192 RUCAPICHIO	ACE	10	800.7	0	1,856	632	0	0.00	48	2	3	2
190	73 TINGUIRIRICA O	HPO	6	143.3	0	18,182	2,850	0	0.00	47	2	2	3
191	119 VIRGUIN	LOS	8	365.8	0	6,485	140	0	0.00	47	2	2	2
192	196 MAFIL 3	ACE	10	808.8	1,239	1,856	627	668	1.06	47	3	3	1
193	232 LOS PALOS	LOS	10	1096.0	1,982	2,794	140	710	5.05	47	3	2	2
194	47 STA. BLANCA ORI	LOS	6	71.5	2,726	23,496	300	116	0.39	46	2	2	3
195	69 ANTIVERO ORIENT	HPO	6	140.2	0	18,182	1,574	0	0.00	45	2	2	3
196	77 DESCARGA 2 PONI	LOS	6	144.5	0	18,182	193	0	0.00	45	2	2	3
197	37 PS EL OLIVO	ACE	5	108.0	0	7,489	456	0	0.00	44	2	2	3
198	62 PS PELEQUEN PON	ACE	6	125.6	0	10,820	240	0	0.00	44	2	2	3

表 5-3 (7) 総合補修架け替え優先度指標 (TE) を用いた補修の優先度

NO	NOMBRE	TIPO	REG	km	REHA.COST (x1000)	ADT	BA (m ²)	COST /ADT	COST/BA /ADT	TE	EV.	
											L	S
199	PS PELEQUEN ORI	HPO	6	125.6	0	10,820	240	0	0.00	44	2	3
200	CHARQUICAN ORIE	HA-	6	133.0	0	10,820	240	0	0.00	44	2	3
201	CHARQUICAN PONI	HA-	6	133.0	0	10,820	240	0	0.00	44	2	3
202	DESCARGA 1 ORIE	HA-	6	144.4	0	18,182	228	0	0.00	44	2	3
203	DESCARGA 1 PONI	HA-	6	144.4	0	18,182	228	0	0.00	44	2	3
204	DESCARGA 2 ORIE	HA-	6	144.5	0	18,182	230	0	0.00	44	2	3
205	LA VEGA	HA-	7	347.4	3,094	5,971	213	518	2.44	44	3	2
206	CALIBORO	LOS	8	488.0	8,853	6,593	217	1,343	6.18	44	2	3
207	DONGUIL	ACE	9	721.0	0	2,828	773	0	0.00	44	2	2
208	HUITRAL	LOS	10	938.5	2,951	2,898	264	1,018	3.85	44	3	2
209	PICHIQUEPE NUEV	MIX	9	698.9	0	4,798	204	0	0.00	43	1	2
210	GOMEZ	HA-	10	1077.0	1,031	2,794	388	369	0.95	43	3	2
211	PS ALAMEDA	ACE	6	87.3	0	15,340	633	0	0.00	42	3	3
212	PS MACHALI	ACE	6	87.9	0	15,340	288	0	0.00	42	3	3
213	PS LAS TERMAS	LOS	6	140.4	0	18,182	291	0	0.00	42	3	3
214	PARRAL	HPO	7	339.0	0	5,971	164	0	0.00	42	2	2
215	PS LONCOCHE	MIX	9	756.4	0	2,828	1,760	0	0.00	42	3	2
216	TAYLOR	HA-	10	1064.2	1,128	2,794	166	404	2.44	42	2	3
217	PS LO SIERRA	ACE	13	13.2	0	19,597	912	0	0.00	42	3	3
218	FFCC SUR LOSA	LOS	13	13.7	0	19,597	355	0	0.00	42	3	3
219	PS SUR ACERO	ACE	13	13.7	0	19,597	326	0	0.00	42	3	3
220	MAIPO	HPO	13	31.1	2,167	16,657	9,450	130	0.01	42	3	3
221	PS CHILLAN	ACE	8	405.7	0	12,644	556	0	0.00	40	1	1
222	PASO DE PIEDRA	LOS	8	493.5	0	6,593	182	0	0.00	40	1	2
223	MURROR	LOS	10	1091.4	1,982	2,794	154	710	4.61	40	3	2
224	EL TREBOL	ACE	10	844.5	1,322	1,856	533	712	1.34	38	2	2
225	PAL PAL	HPO	8	440.3	0	12,644	350	0	0.00	37	2	2
226	LONTUE PONIENTE	HPO	7	197.0	0	7,621	2,954	0	0.00	34	2	2
227	RIO NEGRO	LOS	10	1044.2	2,775	2,794	214	993	4.64	34	2	2
228	FORRAHUE	ACE	10	977.1	0	2,898	422	0	0.00	33	1	2
229	SAN PEDRO	ACE	10	831.8	9,092	1,856	4,185	4,899	1.17	32	3	2
230	TRAPEN	HA-	10	1066.0	0	2,794	376	0	0.00	32	3	1
231	ARENAS 2	HA-	10	1068.9	0	2,794	144	0	0.00	32	2	1

表 5-3(8) 総合補修架け替え優先度指標 (TE) を用いた補修の優先度

NO	NOMBRE	TIPO	REG	km	REHA. COST (x1000)	ADT	BA (m2)	COST /ADT	COST/BA /ADT	TE	EV.	
											L	S
232	227	TENIO	10	1085.0	0	2,794	154	0	0.00	32	2	1
233	55	CACHAPOAL	6	91.5	0	15,340	4,223	0	0.00	31	2	2
234	83	GUAIQUILLO PONI	7	194.0	0	7,621	1,302	0	0.00	29	2	1
235	94	LIRCAY 2	7	251.8	0	6,749	983	0	0.00	29	2	1
236	129	PS CONFLUENCIA	8	410.0	0	12,644	213	0	0.00	29	2	1
237	228	ASTIL	10	1087.8	0	2,794	155	0	0.00	29	1	2
238	229	TAMBOR	10	1088.7	0	2,794	358	0	0.00	29	2	1
239	85	PS MAQUEHUA PON	7	194.6	0	7,621	750	0	0.00	25	1	1
240	212	DAMAS	10	949.4	3,484	2,898	684	1,202	1.76	25	1	1
241	68	PS SAN FERNANDO	6	137.8	0	10,820	340	0	0.00	24	2	2
242	80	ENDESA	7	177.1	5,467	7,621	650	717	1.10	24	3	2
243	109	HUACARNECO	7	320.5	0	5,971	240	0	0.00	24	2	1
244	130	PS SANTA ELISA	8	410.5	0	12,644	168	0	0.00	20	1	1
245	199	PS LOS LAGOS	10	831.8	2,115	1,856	227	1,139	5.02	15	2	1
246	128	PS COCHARCAS	8	406.9	0	12,644	277	0	0.00	0	1	1
		TOTAL			4,022,669		190,683					

第6章 ガイドラインの概要

6-1 概説

橋梁は道路網を構成する施設の中でもその建設、維持管理に最も多額の費用を要する施設の一つである。また、橋梁はその機能上災害等に遭遇する機会が多く、一旦その機能を果たせない事態に立ち至ると、道路交通はもとより民生の安定に与える影響は甚大である。さらに、その回復には多大な費用と期日を要する。従って、その維持管理活動は、安全で快適など道路交通を確保する上で極めて重要な枠割りを担っている。

本ガイドラインは、橋梁の維持管理に当たる技術者を対象に、基本的な点検管理の指針、方法、規準を示すために作成されたものであり、総べての橋梁補修の方法を紹介したり、詳細な補修の方法を述べたものではない。本ガイドラインの内容は下記の通りである。

1. 橋梁点検、維持管理の概念
2. 橋梁に使用する用語の定義
3. 定期点検調査の要領
4. 点検結果の評価、評価規準
5. 標準的な補修工法
6. 詳細点検の手法
7. 補修工法事例

ガイドラインは別冊とし、「第2編 橋梁維持点検ガイドライン」として作成した。

6-2 橋梁点検維持管理の概念

橋梁維持管理は橋梁の完成時からその橋梁が架けかえられる時点まで、その要求機能を完全に保持するために行なう事業である。この活動の内容を分類し、解説している。

6-3 橋梁に使用する用語の定義

橋梁維持管理に従事するインスペクターは、かならずしも橋梁の専門家とは限らない。このガイドラインでは、インスペクターのために橋梁に使用する専門用語の解説をのせている。また、今回の調査を通じて、橋梁を維持管理するための橋梁台帳を提案した。この中で、橋梁の構造種別をコード化しており、このコードに従って各用語の解説がなされている。

6-4 定期点検調査の方法

点検には定期点検と詳細点検の2種類がある。定期点検は総べての橋梁に対して一定の期間毎に実施される点検調査である。この調査の主なものとして下記の3点について解説している。

1. 目視による損傷度調査
2. 橋梁の基本寸法計測
3. 写真撮影

6-5 点検結果の評価、評価規準

橋梁の損傷度の評価は、定期点検調査してんのも最も大切なものの一つである。この場合、点検者によってその規準が大きく違っていると損傷度の総合評価に影響が及ぶ。この評価規準のずれを取退くために、損傷度評価のチェックリストに従って、損傷の特徴、注意点等について解説している。

6-6 標準的な補修方法

チリ国では、公共事業省で実施する土木工事について標準的な工法を規定している。この中から、橋梁補修に使用できる工法を抜粋し、掲載している。

6-7 詳細点検の方法

本調査で実施した詳細点検調査に基づいて、シュミットハンマー等の計測機器による調査方と測量機器を使用した変状調査の2点について調査方法を示している。また、今回の調査では使用しなかったが、将来必要となるとと思われる点検方法について紹介している。

6-8 補修工法事例

6-6の標準的な補修工法では、その工法をどのように実際の補修に適用するかは示されていない。ここでは、チリで頻繁に発生すると思われる補修工法について、具体的に解説している。

第7章 橋梁マネジメントシステム概要

7-1 システム基本概念

本システムは、マイクロコンピュータを利用して橋梁に関する諸データをデータベースシステムにデータ蓄積することにより、橋梁の補修計画を科学的かつ合理的に計画立案していくための支援システム（支援道具）である。
システムの基本概念は、現存橋梁の点検、診断、補修優先計画の立案までを行うもので、基本的には図7-1に示すようなシステムを構築する。

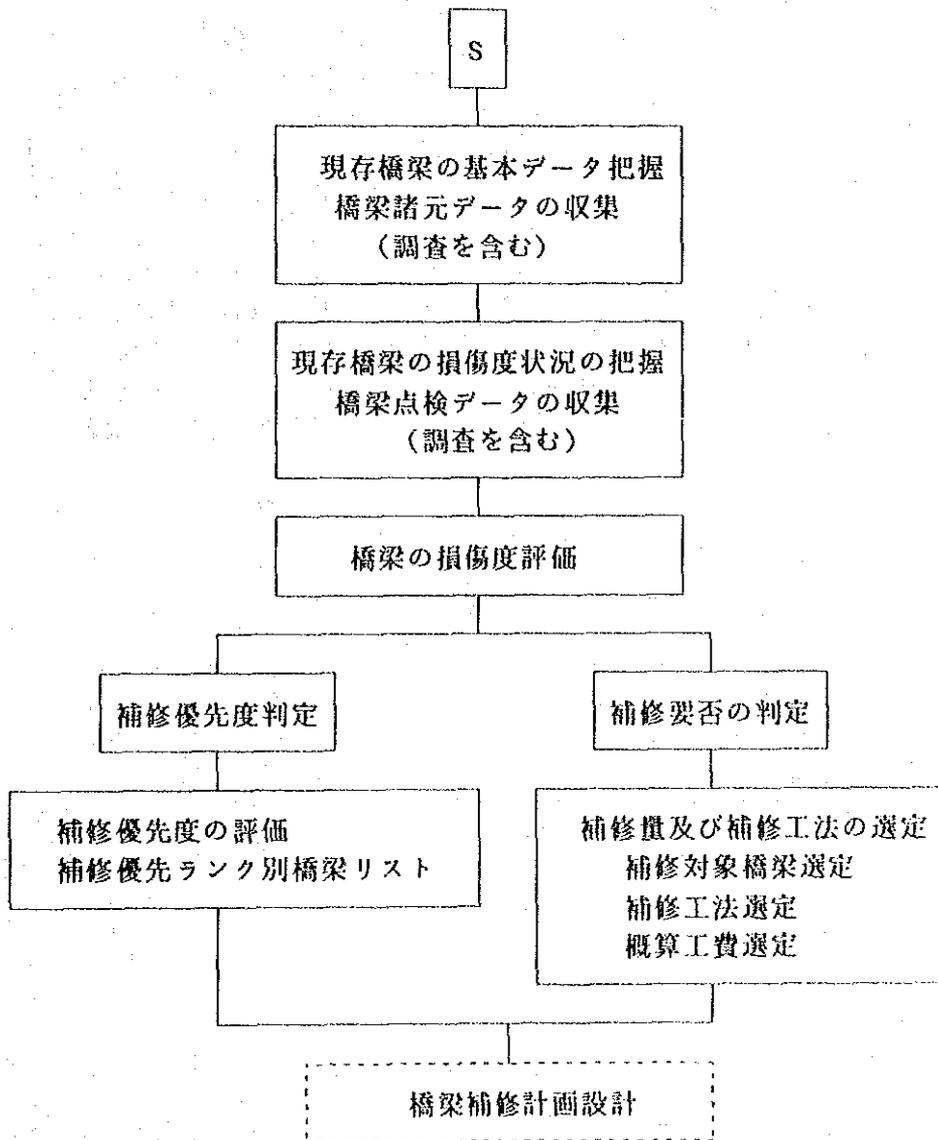


図 7-1 システム基本概念

この基本概念をシステム構成図として示すと、ソフトウェアの構成は図7-2、ハードウェアの構成は図7-3のようなものとなる。

(1) システム構成図

1) ソフトウェア構成

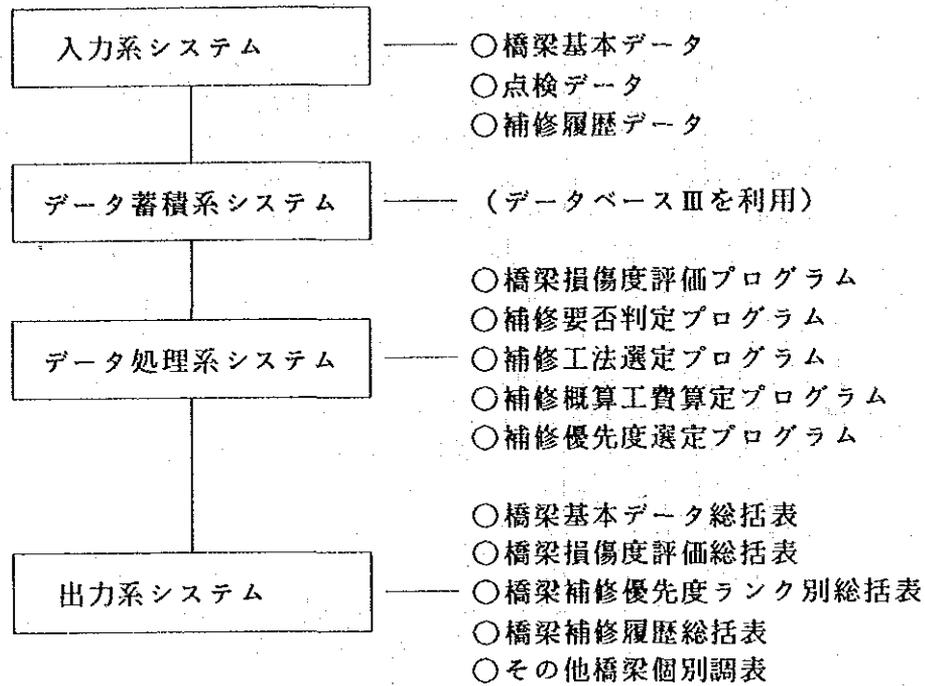


図 7-2 ソフトウェア構成

2) ハードウェア構成

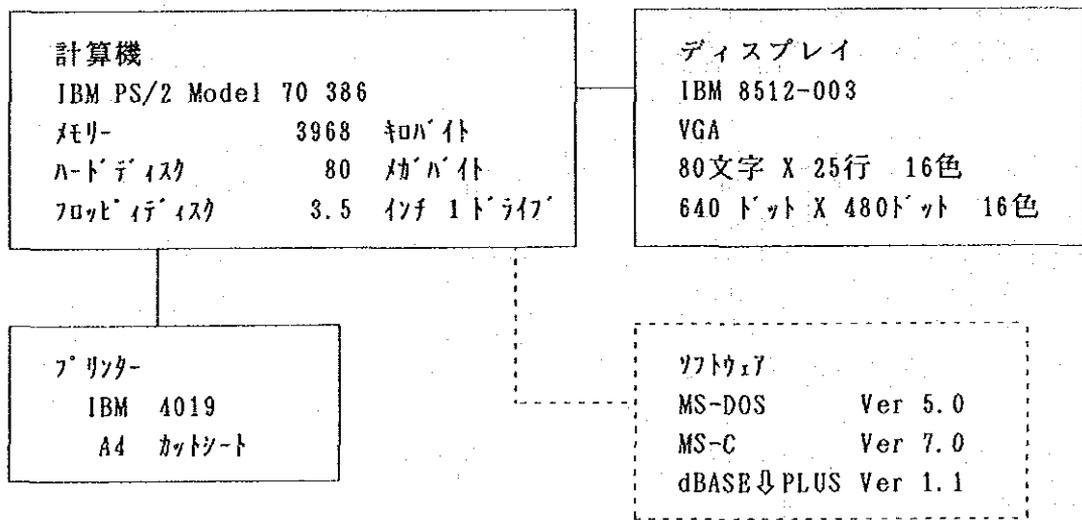
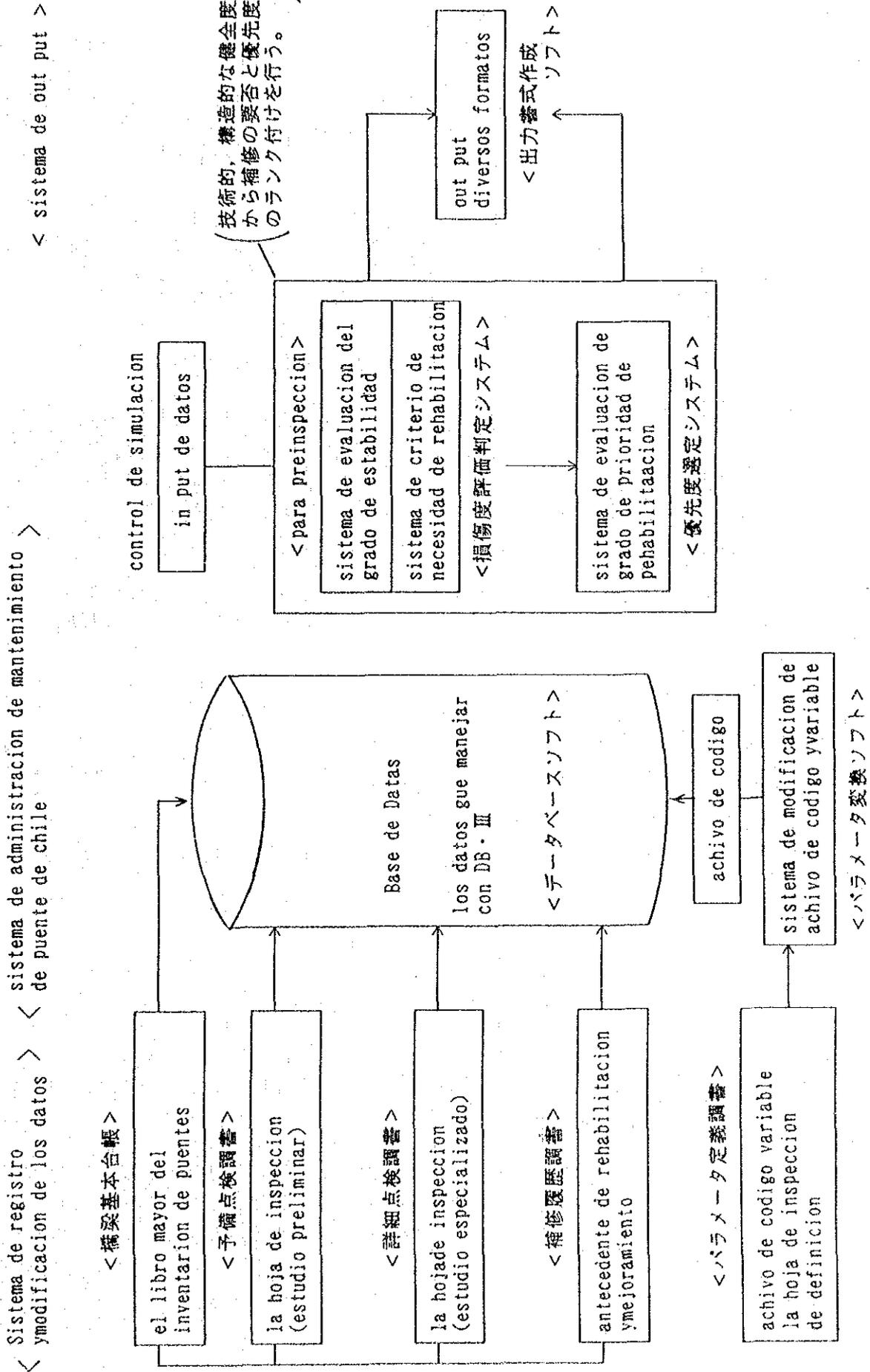


図 7-3 ハードウェア構成

(2) システム処理ブロックチャート

橋梁補修マネジメントシステム処理のソフトウェアシステム構成を、プログラム処理ブロックチャートとして示すと図7-4のようになる。またプログラムを入力系、蓄積系、処理系、出力系のブロックに分けてサブプログラム名称の構成を図7-5に示す。

図 7-4 橋梁維持管理マネージメントシステム処理ブロックチャート



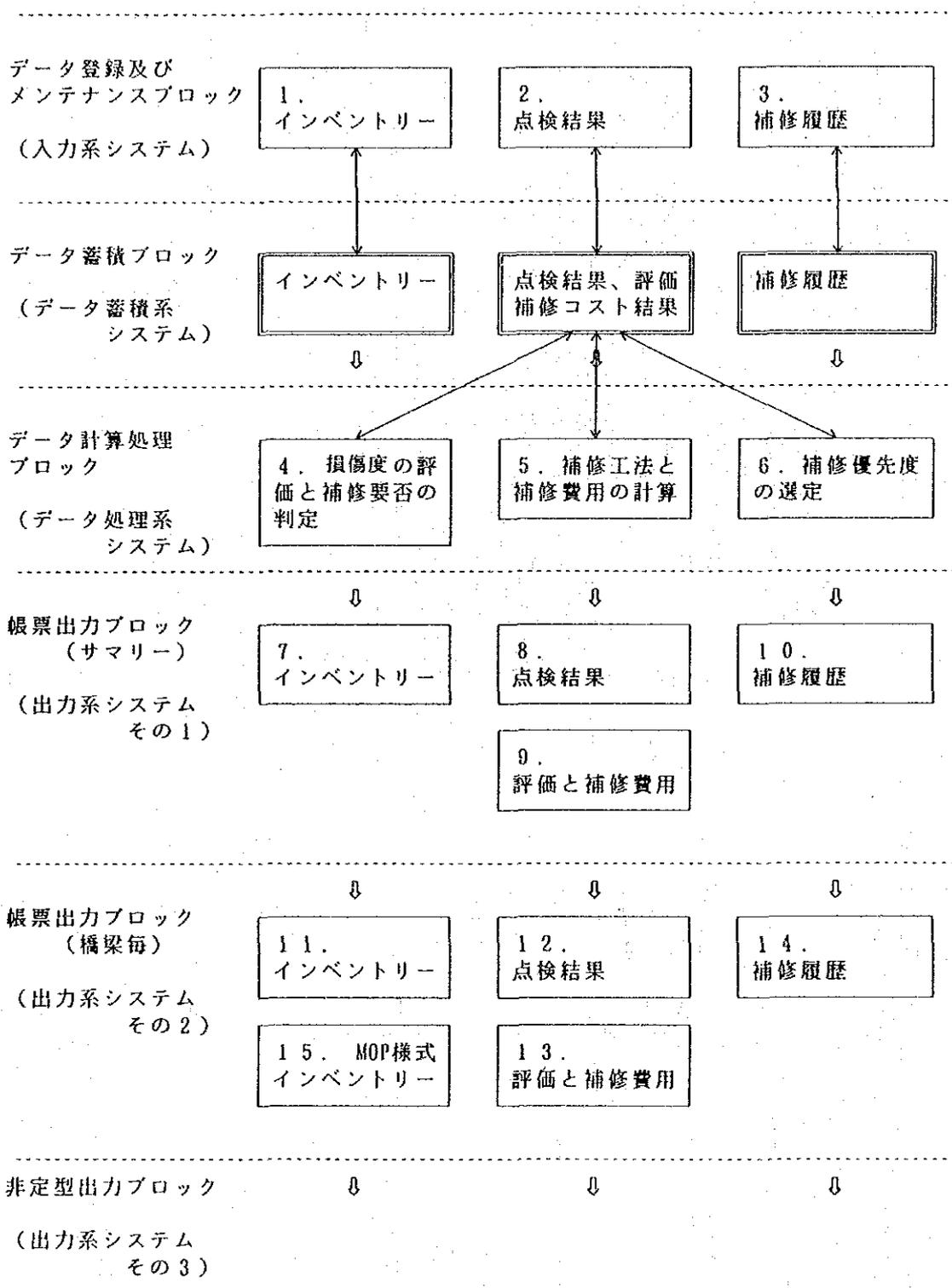


図 7-5 橋梁維持管理マネジメントシステムブロック構成図

7-2 システムの基本機能

本システムの基本機能は、データベース系機能とデータの計算処理系機能からなる。

(1) データベース系機能

データベース系機能は、データの登録更新機能、データの保管蓄積機能、データの検索出力機能からなり、これ等を具体的に述べると次のようになる。

1) データの登録更新機能

データの登録更新機能には主に次の機能がある。

- 1 橋梁基本データの登録更新
- 2 橋梁予備点検データの登録更新
- 3 橋梁詳細点検データの登録更新
- 4 橋梁補修履歴データの登録更新
- 5 システム管理用のパラメータデータの登録更新

登録更新機能は1～4に対しては、バッチ機能と画面对話機能を有する。5に対しては、画面对話機能のみとする。

2) データの保管蓄積機能

データの保管蓄積機能は、dBase Plus V-3.5を基本ソフトとして用い、データの登録更新画面とデータの検索出力画面をdBase IIIとアクセスさせるインターフェイスソフトから成る。

データの保管蓄積機能には主に次の機能がある。

- 1 リレーショナルデータベースによるデータの保管蓄積（主に橋梁固有データ類）
- 2 シーケンシャルファイルによるデータの保管蓄積（主にコードデータ類とワークファイル類）

3) データの検索出力機能

データの検索出力機能は、2つの機能から構成される。一つは日常の業務で良く利用する書式を予め定めておき、それ等を画面からコードを指定するだけで検索出力が行える定形検索出力機能がある。もう一つは、利用者がデータの検索条件やデータの出力項目、出力編集条件を所定のルールにより設定することで、データベースに保管蓄積されている任意のデータを取り出す任意検索出力機能がある。

これ等の2つの機能の具体例を示すと次の様なものが考えられる。

1. 定形検索出力機能

定形検索により出力できる書式には州別に次のようなものを準備する。

橋梁総括調書	1	橋梁概要総括表
	2	橋梁点検履歴総括表
	3	橋梁損傷度評価総括表
	4	橋梁補修履歴総括表
橋梁個別調書	5	橋梁基本台帳
	6	橋梁予備点検調書
	7	橋梁損傷度評価調書
	8	橋梁補修履歴調書
	9	橋梁基本台帳 (MOPフォーマット)

2. 任意検索出力機能

任意検索出力機能は、リレーショナルデータベース (dBase) に登録されたデータ項目の任意の項目に対して検索出来る。但し、検索条件の設定方法には一定の手順が決められている。また、検索データの出力件数、出力項目数、出力フォーマット、出力装置の選択等には一定の制約がある。これ等の手順や制約は、詳細設計段階で明確にするものとしここでは、任意検索出力機能の基本概念を示す。

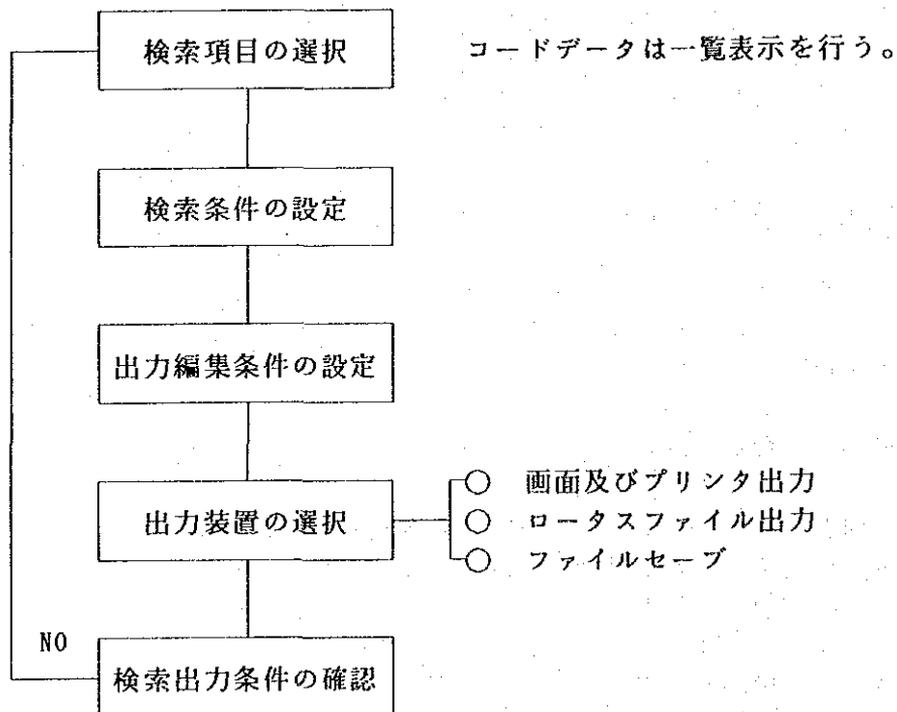


図 7-6 任意検索機能基本概念

(2) データの計算処理系機能

データの計算処理系機能とは、データベースに蓄積されているデータや入力データ類を用いて、目的に応じたデータの加工処理計算を行うアプリケーションプログラム群である。本システムでは、図 7-4 で既に示してあるように、以下に示す2つの計算処理ブロックがある。

1) 橋梁損傷度評価システム

損傷度評価判定システムは、損傷度点検データを用いて橋梁の損傷度の評価と、補修の要否を判定するシステムである。システムは、次の3つのサブルーチンプログラムがある。

- 1 橋梁部位別損傷度評価処理プログラム
- 2 橋梁全体損傷度評価処理プログラム
- 3 補修工法選定及び概算工費算定プログラム

2) 橋梁補修・架け換え優先度判定システム

優先度判定システムは、1)の損傷度評価の結果を受けて、橋梁群(例えば、国道5号線上の全橋梁を対象)の中から、経済的、社会的、技術的、政策的等の観点から総合的に判断して、補修を優先する橋梁をランク別に仕分けて選定するシステムである。

第8章 システム設計

8-1 入力系システム

入力系システムは、データ登録系システムとファイル管理系システムに分けて考える。

8-1-1 データ登録システム

本システムに登録されるデータは橋梁の名前、位置、形式、橋長などの橋梁の基本的な諸元の橋梁基本データ、定期的実施される橋梁損傷度調査に基づく橋梁予備点検データ、補修された橋梁の補修の内容・履歴を記録する橋梁補修履歴データの3種類に分けられる。以下に各データ登録の流れと登録されるデータの内容について説明する。

(1) 橋梁基本データ

- 1) 入力データ帳票 (Format) 表8-1 I A表 に示す。
- 2) 登録処理手順 (ブロックチャート)

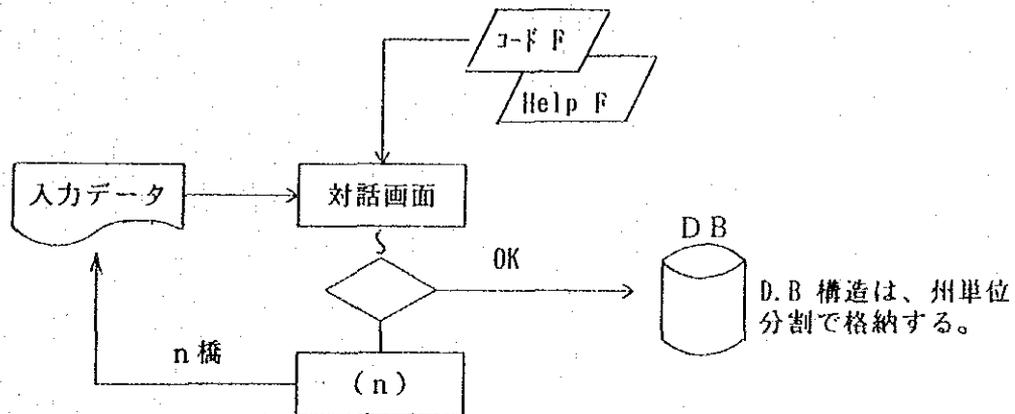


図 8-1 橋梁基本データ登録処理手順

- 機能 :
- : 対話画面方式
 - : コード化出来るデータは、可能なかぎりコード入力とする。
(州, 県, 管理事務所, 路線名等)
 - : コードは、Fileデータで管理する。
 - : Help機能は、操作手順(本入力システムに限定)やファイル内容照会を支援
 - ファイル呼出し, ファイル一覧, コード一覧
 - ミスデータ修正, 処理中断, スタート画面もどし等
 - : 1橋単位の出力調票は、I A表を出力する。

(2) 橋梁予備点検データ

- i) 入力データ帳票 (Format) 表 8-2 I B 表 に示す。
- 2) 登録処理手順 (ブロックチャート)

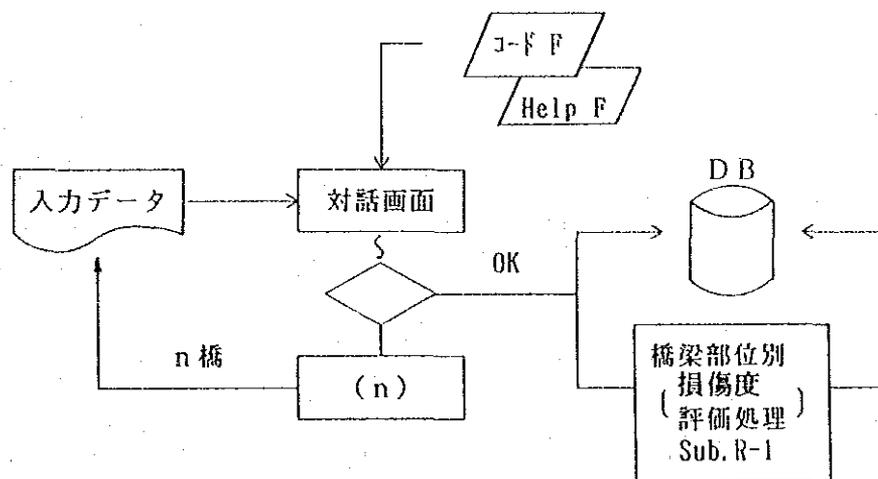


図 8-2 橋梁予備点検データ登録処理手順

- 機能 :
- : 対話画面方式
 - : コード化出来るデータは、可能なかぎりコード入力とする。
 - : コードは、Fileデータで管理する。
 - : Help 機能は橋梁基本データ登録処理に類似
 - : 入力データのミス修正、訂正時には、損傷度評価結果も自動修正する。
 - : 1 橋単位の出力調票は、I B 表を出力する

NOMBRE DEL PUENTE		KILOMETRO		NOMBRE DE LA VIA		ROL DE LA RUTA		PROVINCIA Y REGION		CODIGO DEL PUENTE	
COMENTARIOS											
1.	PAVIMENTO	ITEM GRADO O CANTID	1 ALABO	2 ENSURCADO O CARRILES	3 FISURAMIENTO	4 ASENTAMIENTO	5 OTROS				
2.	BARANDAS	ITEM GRADO O CANTID	1 DEFORMACION	2 OXIDAMIENTO	3 CORROSION	4 FISURAMIENTO	5 ARMADURA AL AIRE	6 OTROS			
3.	JUNTAS DE EXPANSION	ITEM GRADO O CANTID	1 SONIDOS EXTERNOS	2 FILTRACION DE AGUAS	3 DEFORMACION	4 MOVIMIENTOS VERTICALES	5 JUNTAS OBSTRUIDAS	6 OTROS			
4.	LOSA	ITEM GRADO O CANTID	1 FISURAS EN UNA DIRECCION	2 FISURAMIENTO EN RED	3 DESCASCAMIENTO	4 ARMADURA AL AIRE	5 NIDOS DE PIEDRAS	6 FLORES. CENCAS			
5.	RIOSTRAS (PTES. DE ACERO)	ITEM GRADO O CANTID	1 OXIDAMIENTO	2 CORROSION	3 DEFORMACION	4 ROTURA DE LAS UNICHES	5 ROTURA DE ARRICSTRAMIENTOS	6 OTROS			
6.	VIGAPRINCIPAL DE ACERO (EN CHERCHAS)	ITEM GRADO O CANTID	1 OXIDAMIENTO	2 CORROSION	3 DEFORMACION	4 PERDIDA DE PERNOS	5 FISURAS EN SOLADURAS	6 OTROS			
7.	RIOSTRAS (PTES. CONCRETO)	ITEM GRADO O CANTID	1 FISURAS EN UNA DIRECCION	2 FISURAMIENTO EN RED	3 DESCASCAMIENTO	4 ARMADURA AL AIRE	5 NIDOS DE PIEDRAS	6 FLORES. CENCAS			
8.	VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO	ITEM GRADO O CANTID	1 FISURAS EN UNA DIRECCION	2 FISURAMIENTO EN RED	3 DESCASCAMIENTO	4 ARMADURA AL AIRE	5 NIDOS DE PIEDRAS	6 FLORES. CENCAS			
9.	APOYOS	ITEM GRADO O CANTID	1 ROTURA DEL APOYO	2 ROTURA DE ACCESORIOS	3 SALIDA DE ANCLAJES	4 ROTURA DEL DISCO	5 DEFORMACIONES RARAS	6 OTROS			
10.	ESTRIBOS	ITEM GRADO O CANTID	1 GRIETAS O DESCASCARAM	2 FISURAS A PARTIR APOYO	3 ROTURA DEL PARAPETO	4 INCLINACIONES	5 SOCAVACIONES	6 OTROS			
11.	CEPAS.	ITEM GRADO O CANTID	1 GRIETAS O DESCASCARAM	2 FISURAS A PARTIR APOYO	3 DEFORMACION DE CANTILEVER	4 INCLINACIONES	5 SOCAVACIONES	6 OTROS			
12.	PINTURA	ITEM GRADO O CANTID	1 DECOLORACION	2 OXIDAMIENTO	3 AMPOLLAMIENTO	4 DESCASCARAM.	5 OTROS				
13.	ARTICULACIONES DE VIGAS GERBER	ITEM GRADO O CANTID	1 FISURAS EN UNA DIRECCION	2 FISURAMIENTO EN RED	3 AGRIETAMIENTO	4 ARMADURA AL AIRE	5 NIDOS DE PIEDRAS	6 FLORES. CENCAS			
14.	OTROS	ITEM GRADO O CANTID	1 DERRUMBIE TALLID. ESTRIBO	2 DAÑOS POR IMPACTO ROCAS	3 DAÑOS EN CABO VIGAS	4 SE EFECTUO REPARACION?	5 OTROS				
COMENTARIOS ESPECIALES		1 EXISTIERON DESBORDAMIENTOS a. SI b. NO c. NO SE SABE		2. EXISTEN EMPRSTITOS DE MATERIAL a. SI b. NO		FECHA INSPECCION		NOMBRE INSPECTOR		FIRMA	

(3) 橋梁補修履歴データ

1) 入力データ帳票 (Format) 表 8-3 IC表 に示す。

2) 登録処理手順 (ブロックチャート)

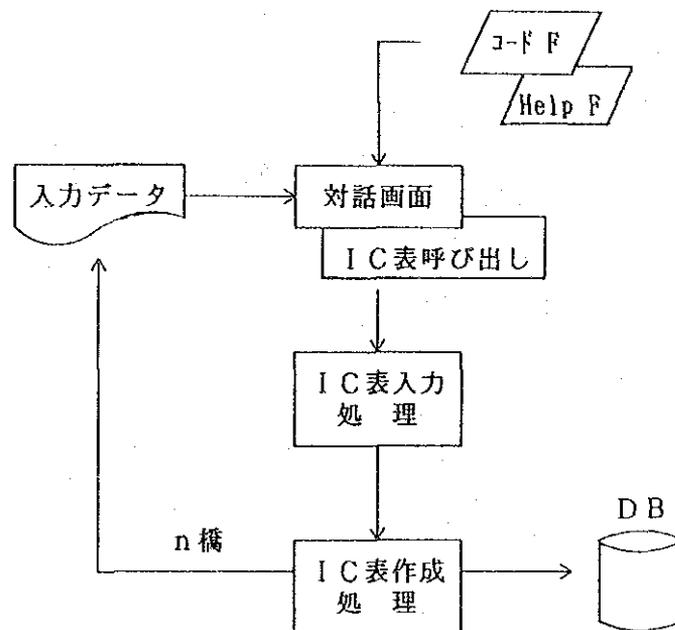


図 8-3 橋梁補修履歴登録処理手順

- 機能 :
- 対話画面方式
 - 標準補修工法はコード化する
 - IC表内の単価は、標準補修工法の標準単価より引用

8-1-2 ファイル管理システム

ファイル管理システムは損傷度評価に使用されるIB表の各評価項目に対する評価のウェイトを登録する。また各部材の損傷度評価、判定項目、その評価に対応する補修の工法、数量計算式等の関連はコード化されて管理される。この関連を登録できるシステムを準備する。

REPUBLICA DE CHILE
 MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
 DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS
 DIRECCION DE VIALIDAD
 DEPARTAMENTO DE PUENTES
 SUB. DEPTO. CONSERVACION DE PUENTES
 ① REHABILITACION 0 ② CABIOW

(替式名)
 HISTORIA
 REHABILITACION

PUENTE
 ROL DE VIA
 KILOMETRO
 PROVINCIA
 REGION
 CODIGO PUENTE
 FECHDATA

ITEM	DESIGNACIONES	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES		
				UNITARIO	PARCIALES	TOTALES
I.(Ij) · · · ·	I <u>REFUERZO INFRAESTRUCTURA PTE RAUCO</u>					
(1. 271	Hormigon para pavimento	m ³)				
I. II j · ·	II. <u>SUPERESTRUCTURA</u>					
I. II j=n						
I. III k · ·	III. <u>VARIOS</u>					
I. III k=						

8-2 処理系システム

橋梁損傷度評価手法の詳細については 8-3 橋梁損傷度評価の項で述べる。
ここではシステムの構成及びシステムの基本的な概念について述べる。
本システムでは登録されたデータを用いて橋梁の損傷度、橋梁補修優先度判定を行う

8-2-1 橋梁損傷度評価システム

橋梁の損傷度評価には、次の2種類のサブルーチンを準備する。

- 1 橋梁部位別損傷度評価処理ルーチン (Sub-R-1)
- 2 橋梁部全体損傷度評価処理ルーチン (Sub-R-2)

(1) 橋梁部位別損傷度評価処理ルーチン (Sub-R-1)

1) システム内容

目的 : IC表に記載されている橋梁の各部位単位の点検結果の評価値算定を行う。評価は、5段階評価区分とする。標準補修工法の選定に使用する。

評価法 : 標準補修工法を選定するための点検項目が1項目しかない場合、点検評価値そのものを損傷度評価値とする。点検項目が複数の場合、式8-1に示すようにファイル管理システムに登録されたウェイトを掛けて加重平均法による平均値を当該部位の損傷度評価値とする。

$$E_j = \frac{W_{jk} \cdot S_{jk}}{\sum (W_{jk} \cdot S_{jk})} \quad \text{or} \quad E_j = S_j \quad (\text{式 } 8-1)$$

E_j = j 部位の損傷度評価点

W_{jk} = j 部位の k 点検結果に対する部位評価ウェイト

S_{jk} = j 部位の k 点検結果点 (Inspector記入値) (IB表参照)

2) システム処理手順 (ブロックチャート)

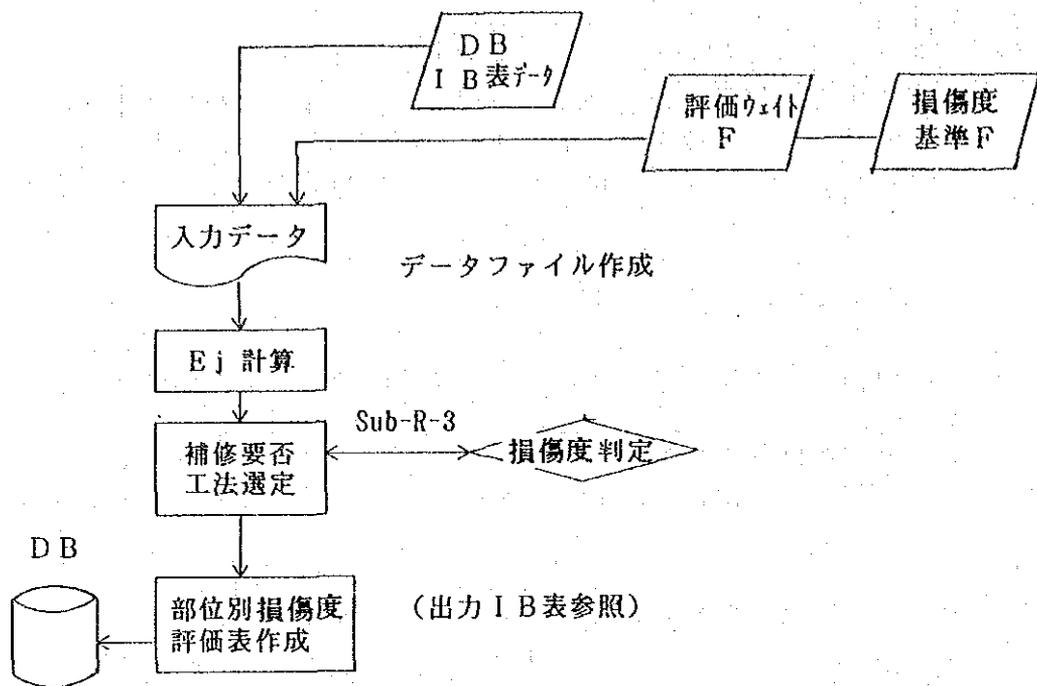


図 8-4 橋梁部位別評価処理手順

- 機能 :
- : 全て変数扱いの一般式とする。
 - : 部位別損傷度評価表は、出力 I B 表を参照する。
 - : Help 機能は評価ウェイト、点検調査評価値の呼び出しを可とする。

(2) 橋梁全体損傷度評価処理 (Sub-R-2)

1) システム内容

目的 : 1 橋単位の損傷度解析と評価ランク付けを行う。評価値はルート5号線全橋を対象とした損傷ランク発生度数分布図から累積区間を5ランクに区分した評価値を定める。

論理 : 1 橋全体の損傷度評価は、橋梁部位を橋梁付属物、上部工、下部工の3部位に分け各部位が橋梁全体の構造機能に及ぼす重要度(ウェイト)を相対的に評価する。この重要度(ウェイト)を部位別損傷度評価と重ね合わせる階層分析手法を用いる。

(階層分析手法, 相対評価値, 橋梁部位の区分, 評価の階層ランクの求め方, 橋梁部位及び階層別のウェイト値は、資料-1を参照する。)

2) システム処理ブロックチャート

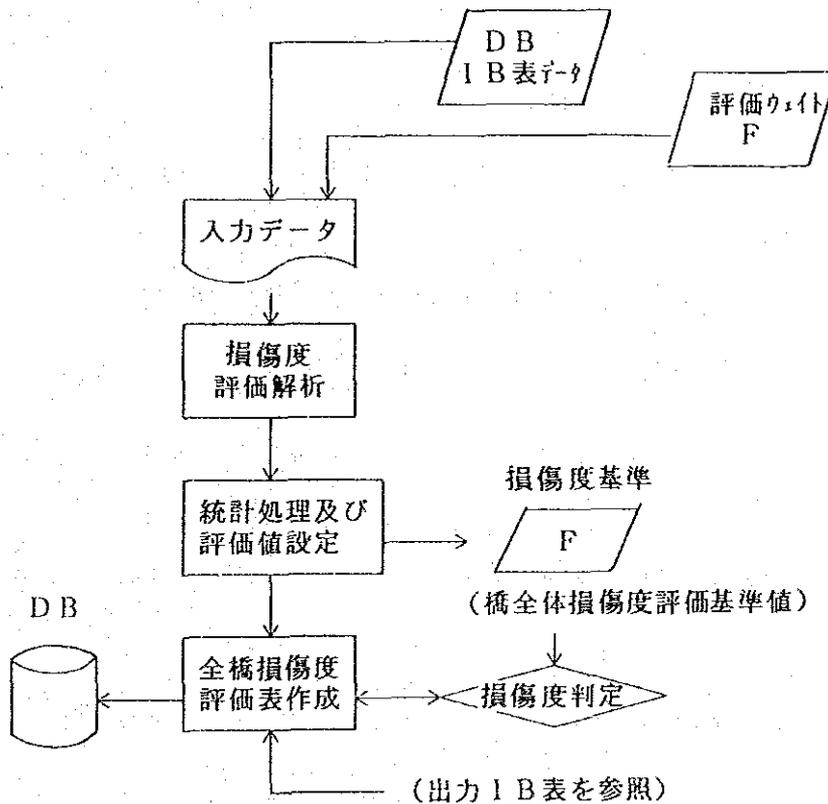


図 8-5 橋梁全体損傷度評価処理手順

- 機能 :
- : 全て変数扱いの一般式とする。
 - : 全橋損傷度評価表は、2-2 部位別評価表と合わせて出力調票を作成する。(出力 I B 表参照)
 - : Helpは、評価ウェイト, 点検調査評価値の呼び出しを可とする。

8-2-2 補修工費算定処理 (Sub-R-3)

(1) システム内容

目的 : 橋梁部位の標準補修工法に対する工費算定処理を行う。

論理 : 本システムで行う積算は、補修優先度の選定や中期計画立案に供することを目的とするため、点検調査結果に基づき、選定された標準補修工法に対する概算工費であり、このシステムで選定された補修工法あるいは、概算工費により具体的な補修工事を行うことではない。補修工法の選定や工費積算は、一橋単位あるいは部位単位でこのシステムで選定される補修工法以外の対応が考えられるため、補修の要否と計画決定が行われた後、別途詳細検討を行う必要がある。従って、本システムの工費算定は、部位の単位数量当たりの単価と補修概算数量を用いて積算を行う機能に限定される。

(2) 部位別補修工費算定式

$$P_x = V_i \times N_i \times n_i \times P_i$$

P_x = 部位別の補修工費

V_i = 標準補修工法の単位数量当たりの単価 (例. \$ / m²)

N_i = 1 部位当たり概算補修数量 (例. 床版の場合 1 橋当たり、下部工の場合 1 橋脚または 1 橋台当たり)

n = 当該部位の個数 (例. 上下線分 $n = 2$)

P_i = 損傷度評価値が 4 の場合の補修数量低減率 (例. $P_i = 0.4$)

具体的なイメージは、表 8-3 IC 表 の計算を行えば良いのであるが次の手順で各部位の標準補修工法の選定、補修工の数量計算、工費計算を行う。

1. 表 8-5, 8-6 に示すように点検データ (IB 表) の各項目に従って補修工法の選定を行う。
2. 表 8-7, 8-8 に示すように損傷程度に応じた橋梁各部位の補修工法の選定を行う。
3. 表 8-9, 8-10 に示すように橋の基本諸元から補修する数量を計算する。

(3) システム処理ブロックチャート

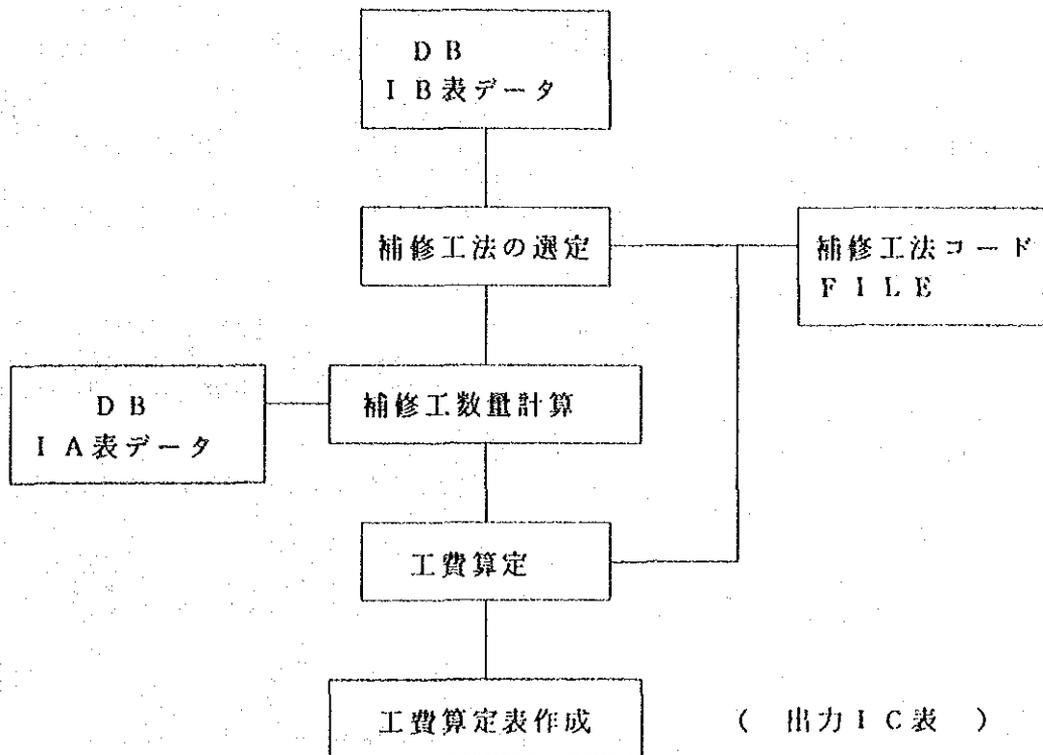


図 8 - 6 補修工費算定処理手順

機能 : I C 表は、M O P が作成する標準補修工費単価表と標準補修工事数量で計算された結果を出すものと、各部位の工事費、工事数量を外部入力し任意の補修工事費を算出するものの 2 種類を用意する。

表 8-4 (1) 橋梁標準補修工法

チリ国公共事業省では道路工事の標準工法を規定している。この標準工法の中から橋梁の補修に使用できる工法を紹介する。損傷の種類は多くこの標準工法だけでは橋梁補修の全てをカバーする事は出来ないがここに紹介する工法を組み合わせる事によりかなりの補修が可能である。補修工法の開発で新しいITEMが将来増える事と思われるが現在橋梁補修に使用できる工法は表6-1に示す32工法である。

NO	ITEM	DESIGNACION (施工工種)	MEDIDA (単位)	工種内容 または 施工方法
1	151	ESCOLLERA DE PROTECCION 斜面保護工 (砂礫捨て石工)	m ³	図面内に指示する位置、高さ、傾斜、のり線に基づく。N05 5707に基づく。掘削、埋め戻し、砂礫採集作業を含む
2	153	GAVIONES 蛇籠工	m ³	図面に指示する位置に設定 N055709に基づく
3	244	PILOTES TRIPLE RIEL 3重V-杭	m ¹	
4	251	MOLDAJE 型枠工	m ²	材料は請負業者準備。図面提出承認 木またはM/Mまたは併用。M/Mの場合変形しない厚さ 材はM/M。施工上の注意有り (2日、5日、16日 型枠外し)
5	261	ACERO EN BARRAS A-63-42H 鉄筋工	Kg	基礎杭には使用しない 橋台上の床版、耐震用アカー、ボスツ桁には使用しない INN NCH 2040F67、NCH21D0F67の基準に入っている 事 (鋼板規定) NCH-218E0F67 (鋼棒規定) NCH-219E0F67 (網筋規定) 一材質基準
6	275	HORMIGON GRADO 240Kg/cm ²	m ³	
7	341	SUMINISTRO VIGAS METALICAS 鋼桁の供給、運搬、連結	T	鋼桁ASSHTO1977に準拠 溶接はオートマチック機械を指定 桁設置後ITEM343に準拠
8	342	COLOCACION VIGAS METALICAS 鋼桁の架設	T	
9	343	PINTURA DE VIGAS METALICAS 鋼桁の塗装	T	SSPCのSP6 (STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL) に準拠
10	352	BARANDAS P/PUENTES C/PASILLO 歩道付橋の高欄工 (供給、制作、設置、塗装含む)	m ¹	コンクリート、型枠、鉄筋は含まない
11	354	BARANDAS P/PUENTES S/PASILLO 歩道無し高欄工	m ¹	
12	356	APOYO、ANCLAJE Y BARBAC T/8 支承、アンカー、排水管	Tr 径間	8m幅床版用排水管と支承用品
13	511	PUENTES PROVISORIOS O VADOS 仮設橋又は迂回路	G1 (一式)	
14	521	DESARME PUENTES EXISTENTES 現橋撤去と解体	G1 (一式)	
15	531	MEJORAMIENTO DEL CAUCE 河床改良	m ²	河床全幅に渡り上下50Mの整地
16	541	POSTES SENALIZADORES 道路標識ポスト (準備、設置、塗装)	NO	

表 8-4 (2) 橋梁標準補修工法

NO	ITEM	DESIGNACION (施工工種)	MEDIDA (単位)	工種内容 または 施工方法
17	551	SEÑALIZACION 標識 (供給、設置、塗装)	G1	建設中のもの 恒久標識 (橋名、カーブ、等) 工事中の標識
18	805	COLOCACION Y ALARGUE DE BARBACANAS 排水口の設置と延長	NO	床版又は歩道下部より1/2m以上出すこと 直径4" min、の電気メッキ加工鋼材使用の事 両側4m間隔で設置。現存橋は現在有る管の延長。
19	810	IMPERMEABILIZACION DE LOSA DEL PUENTE 床版防水加工	m2	床版上部構は次の通り 1・ケツ桁(25cm)のコンクリート床版 2・散水、モルタル、接着成分 3・防水用材料 4・転圧層 (MIN, 6cm) 施工段階と方法は事前にMOPの承認を受ける事
20	815	REPOSICION CARPETA DE RODADO 舗装修理	m2	修理又は5cm厚のラスで新舗装。旧舗装の取り壊しは油圧ハンマーのみ使用。捨て場はMOPが指示。請負業者は事前に施工計画を提出。MOPは業者にチェックリストを提示。使用材料の規定。建設条件の規定罰金の規定。
21	820	REPARACION DE JUNTAS DE DILATACION 伸縮継手の修理	m1	使用セメントは240KG/cm2 使用鋼材はA37-24ES
22	825	SEÑALIZACION Y CONTROL DE TRANSITO 標識と交通整理	g1	D. V. NO. 1826令に準拠 違反は1日に付き7UFの罰金
23	830	CAMBIO DE BARANDAS 高欄取り替え	m1	ITEM352に準拠
24	835	REPARACION E INYECCION DE GRIETAS Y FISURAS ひび割れ、亀裂の修理、注入	m1	ひび割れ -1,5mm以内 亀裂 -1,5mm以上 ひび割れはモルタル注入。亀裂はITEM275に準拠して240KG/cm2のセメントで塞ぐ
25	840	REPARACION DE HORMIGONES, GRIETAS Y FISURAS コンクリート、ひび割れ、亀裂の修理	m2	コンクリート構造物の修理 豆板空洞、表面の欠陥に対する修理工程有り ひび割れ、亀裂に対する修理工程有り
26	845	LIMPIEZA Y PINTURA DE PUENTE 橋梁の掃除、塗装	m1	全ての項目に対して、その作業終了時実施するものとする。錆とり、雑草とりも含む。
27	850	REPARACION Y PINTADO DE BARANDAS EXISTENTES 高欄の修理と塗装	m1	使用コンクリートはITEM274、型枠はITEM251、262に準拠 塗装はITEM343に準拠
28	855	RECONSTRUCCION DE JUNTAS DE DILATACION 伸縮継手の取り替え	m1	図面又はMOPの指示に従う 使用鋼はAASHTO A37-24ES
29	860	LIMPIEZA Y REPARACION DE SISTEMAS DE APOYOS 支承の掃除と修理	SIS	掃除の後モルタルの支承はITEM343に準拠 ゴム沓座の取り替えも含む コンクリート沓座の修理はITEM850に準拠
30	880	NIVELACION DE ACCESOS 取り付け道路の整地	m1	
31	885	EJECUCION PLANOS DE CONSTRUCCION 建設図面の作成	NO	
32	890	DEMOLICION PASILLOS, PARTE DE LOSA Y BARANDAS 歩道又は1部床版、高欄の解体	m3	

表 8-5 損傷評価4に対応する評価項目

補修部位		補修工法 コード (CODE)	評価項目
舗装		805	舗装の全ての評価項目で評価 同上 同上 同上
		810	
		815	
		880	
伸縮継手		820	伸縮継手の全ての評価項目で評価
高欄		850	高欄の全ての評価項目で評価
支承		860	支承の全ての評価項目で評価
塗装		343	塗装の全ての評価項目で評価
床版		835	床版の評価項目 1,2,6 で評価 床版の評価項目 3,4,5 で評価
		840	
ゲルバー			ゲルバーの全ての評価項目で評価
主桁	鋼		主桁の全ての評価項目で評価
	コンクリート	835 840	主桁の評価項目 1,2,6 で評価 主桁の評価項目 3,4,5 で評価
床組	鋼		床組の全ての評価項目で評価
	コンクリート	835 840	床組の評価項目 1,2,6 で評価 床組の評価項目 3,4,5 で評価
橋台	躯体	840	橋台の評価項目 1,2,3 で評価
	傾斜沈下	244	橋台の評価項目 4 で評価 同上 同上 同上
		251	
		261	
275			
洗掘	153 531	橋台の評価項目 5 で評価 同上	
橋脚	躯体	840	橋脚の評価項目 1,2,3 で評価
	傾斜沈下	244	橋脚の評価項目 4 で評価 同上 同上 同上
		251	
		261	
275			
洗掘	153 531	橋脚の評価項目 5 で評価 同上	

表 8-6 損傷評価5に対する評価項目

補修部位		補修工法 コード (CODE)	評価項目
舗装		805 810 815 880	舗装の全ての評価項目で評価 同上 同上 同上
伸縮継手		855	伸縮継手の全ての評価項目で評価
高欄		251 261 274 352 354 890	高欄評価項目 4,5 で評価 同上 同上 高欄評価項目 1,2,3 で評価 (PASI > 0.1) 高欄評価項目 1,2,3 で評価 (PASI < 0.1) 高欄評価項目 4,5 で評価
支承		356 840	支承の全ての評価項目で評価 同上
塗装		343	塗装の全ての評価項目で評価
床版		251 261 275 511 521	床版の全ての評価項目で評価 同上 同上 同上 同上
ゲルバー		251 261 262 511 521	ゲルバーの全ての評価項目で評価 同上 同上 同上 同上
主桁	鋼	341 342 343 511 521	主桁の全ての評価項目で評価 同上 同上 同上 同上
	コンクリート	251 261 275 511	主桁の全ての評価項目で評価 同上 同上 同上
床組	鋼	341 342 343	床組の全ての評価項目で評価 同上 同上
	コンクリート	251 261 275	床組の全ての評価項目で評価 同上 同上

		275	同上
橋台	コンクリート	251 261 275	橋台の評価項目 1,2,3 で評価 同上 同上
	傾斜沈下	244 251 261 275	橋台の評価項目 4 で評価 同上 同上 同上
	洗掘	153 243 531	橋台の評価項目 5 で評価 同上 同上
橋脚	コンクリート	251 261 275	橋脚の評価項目 1,2,3 で評価 同上 同上
	傾斜沈下	244 251 261 275	橋脚の評価項目 4 で評価 同上 同上 同上
	洗掘	153 243 531	橋脚の評価項目 5 で評価 同上 同上

損傷評価 5 に対応する評価項目

表 8-7 損傷度評価4 に対する各部位標準補修工法 (CODE)

部 位	No	損傷評価 4	補修工法 CODE	
舗 装	1	舗装修理	805, 810, 815, 880	
伸縮継手	2	伸縮継手補修、フェイスプレート補修	820	
高欄・地覆	3	モルタル充填、保護材塗布、断面修復	850	
支 承	4	支承の再セット、支承モルタル補修	860	
塗 装	5	水洗い再塗装	343	
床 版	6	ひび割れ、亀裂修理、注入	835 and or 840	
ゲルバ-ヒツ	7	鋼板による補修	未定	
主桁	鋼 桁	8	型鋼、鋼板による部分補強	未定
	コンクリート桁	9	ひび割れ、亀裂修理、注入	835 and or 840
床組	鋼 桁	10	型鋼、鋼板による部分補強	未定
	コンクリート桁	11	ひび割れ、亀裂修理、注入	835 and or 840
橋台	軀 体	12	ひび割れ部樹脂 (エポキシ) 注入、断面修復	835 and or 840
	傾斜沈下	13	増し杭、底板拡大	244, 251, 261, 275
	洗 掘	14	洗掘防護工	153, 531
橋脚	軀 体	15	ひび割れ部樹脂 (エポキシ) 注入、断面修復	835, 840
	傾斜沈下	16	増し杭、底板拡大	244, 251, 261, 275
	洗 掘	17	洗掘防護工	153, 531
法面防護	18	斜面保護工	151	

表 8-8 損傷度評価5 に対する各部位標準補修工法

部 位		No	損傷評価 5	補修工法 CODE
舗 装		1	舗装修理	805, 810, 815, 880
伸縮継手		2	伸縮継手交換	855
高欄・地覆		3	地覆、高欄打替え	251, 261, 274, 352 or 354, 890
支 承		4	支承交換、支承モルタル補修	356, 840
塗 装		5	再塗装	845
床 版		6	床版打替え	251, 261, 275, 511, 521 (注) 1
ゲルバー・ヒソツ		7	ゲルバー部打替え	251, 261, 275, 511, 521 (注) 2
主桁	鋼 桁	8	桁取り替え	341, 342, 343, 511, 521 (注) 3
	コンクリート桁	9	補強鉄筋+コンクリートによる断面補強	251, 261, 275
床組	鋼 桁	10	桁取り替え、横桁追加	341, 342, 343
	コンクリート桁	11	補強鉄筋+コンクリートによる断面補強	251, 261, 275
橋台	軀 体	12	補強鉄筋+コンクリートによる断面補強	251, 261, 275
	傾斜沈下	13	増し杭、底板拡大	244, 251, 261, 275
	洗 掘	14	洗掘防護工	153, 243, 531
橋脚	軀 体	15	補強鉄筋+コンクリートによる断面補強	251, 261, 275
	傾斜沈下	16	増し杭、底板拡大	244, 251, 261, 275
	洗 掘	17	洗掘防護工	153, 243, 531, 760
法面防護		18	斜面保護工	151

(注) 1 ; 床版打替えに伴う、舗装、高欄、伸縮継手の交換を含む。

(注) 2 ; ゲルバー部床版取り替えに伴う、舗装、高欄、伸縮継手の交換を含む。

(注) 3 ; 桁取り替えに伴う、床版、舗装、高欄、伸縮継手の交換を含む。

(注) 4 ; 標準工法 N0541, 551, 885 は補修を実施する場合常に発生する共通工事として計上する。

表 8-9 損傷度評価4 に対する補修数量算出式

補修部位	補修工 (code)	算出式	単位	
舗装	805	LONG	NOS	
	810	CALZ * LONG * 0.5	M2	
	815	CALZ * LONG * 0.5	M2	
	880	10	M1	
伸縮継手	820	CALZ * 2 * SKEW * (TRAM + 1)	M1	
高欄	850	LONG * 2	M1	
支承	860	TRAM + 1	SIS	
塗装	343	ANCH * LONG * 0.2(t)	T	
床版	835	LONG * 3	M1	
	840	ANCH * LONG * 0.2	M2	
ゲルバー		TRAM - 1	NOS	
主桁 鋼		1	NOS	
	コンクリート	835 LONG * 3 840 ANCH * LONG * 0.1	M1 M2	
床組 鋼		1	NOS	
	コンクリート	835 ANCH * (TRAM + 1) 840 ANCH * (TRAM + 1) * 0.1	M1 M2	
橋台	コンクリート	835 ANCH * 2 * 2	M1	
		840 ANCH * (ALTR(1)+ ALTR(7)) / 2 * 0.2	M2	
	傾斜	244	20(Nos) * 20(m)	M1
		251	(ANCH + 3(m)) * 2(m)	M2
		261	(ANCH * 3(m)) * 2(m) * 50(kg)	KG
		275	(ANCH * 3(m)) * 2(m)	M3
	洗掘	153	ANCH * 3(m) * 2(m)	M3
		531	ANCH * 10(m)	M2
	橋脚	コンクリート	835 ANCH * 2 * 2 * (TRAM -1) / 2	M1
			840 ANCH*(ALTR(2) ++ ALTR(6))/(TRAM-1)*0.2	M2
傾斜		244	20(Nos) * 20(m)	M1
		251	(ANCH + 5(m)) * 2(m)	M2
		261	(ANCH * 5(m)) * 2(m) * 50(kg)	KG
		275	(ANCH * 5(m)) * 2(m)	M3
洗掘		153	ANCH * 5(m) * 2(m)	M3
		531	ANCH * (LONG - 10(m))	M2

表 8-10 損傷度評価5 に対する補修数量算出式

補修部位	補修工 (code)	算出式	単位	
舗装	805	LONG	NOS	
	810	CALZ * LONG	M2	
	815	CALZ * LONG	M2	
	880	10	M1	
伸縮継手	855	CALZ * 2 * SKEW * (TRAM + 1)	M1	
高欄	251	LONG * 2 * 2 * 0.3(m)	M2	
	261	(LONG * 2 * 0.3(m) * 0.4(m)) * 50(kg)	KG	
	274	LONG * 2 * 0.3(m) * 0.4(m)	M3	
	352	LONG * 2	M1	
	354	LONG * 2	M1	
	890	LONG * 2 * 0.5(m) * 0.2(m)	M3	
支承	356	TRAM + 1	NOS	
	840	ANCH * 1(m) * (TRAM + 1)	M2	
塗装	343	ANCH * LONG * 0.2(t)	T	
床版	251	LONG * ANCH	M2	
	261	ANCH * LONG * 0.25(m) * 130(kg)	KG	
	275	ANCH * LONG * 0.25(m)	M3	
	511	1	G1	
	521	1	G1	
ゲルバー	251	(ANCH * 2(m)) * 5(m) * (TRAM-1)/2	M2	
	261	ANCH*5(m)*0.5(m)*(TRAM-1)/2*100(kg)	KG	
	262	ANCH*5(m)*0.5(m)*(TRAM-1)/2	M3	
	511	1	G1	
	521	1	G1	
主桁	鋼	341	ANCH * LONG * 0.2(t)	T
		342	ANCH * LONG * 0.2(t)	T
		343	ANCH * LONG * 0.2(t)	T
		511	1	G1
		521	1	G1
	コンクリート	251	LONG * (1.0(m) + ANCH * 0.3)	M2
		261	LONG * 0.5(m) * ANCH * 0.3 * 150(kg)	KG
		275	LONG * 0.5(m) * ANCH * 0.3(m)	M3
		511	1	G1
		床組	鋼	341
342	ANCH * LONG * 0.05(t)			T
343	ANCH * LONG * 0.05(t)			T
コンクリート	251		(1.0(m) * ANCH) * TRAM	M2
	261		(0.3(m)*0.5(m)) * ANCH * TRAM * 150(kg)	KG
	275		(0.3(m)*0.5(m)) * ANCH * TRAM	M3

橋台	コンクリート	251	$(ANCH+1(m)) * (ALTR(1)+ALTR(7))$	M2	
		261	$ANCH * (ALTR(1)+ALTR(7)) * 0.3(m) * 100(kg)$	KG	
		275	$ANCH * (ALTR(1)+ALTR(7)) * 0.3(m)$	M3	
	傾斜	244	$20(Nos) * 20(m) * 2$	M1	
		251	$(ANCH + 3(m)) * 2(m) * 2$	M2	
		261	$(ANCH * 3(m)) * 2(m) * 50(kg) * 2$	KG	
		275	$(ANCH * 3(m)) * 2(m) * 2$	M3	
	洗掘	153	$ANCH * 3(m) * 2(m)$	M3	
		243	$(ANCH + 5(m)) * 2/0.3 * 10(m)$	M1	
		531	$ANCH * 10(m)$	M2	
	橋脚	コンクリート	251	$(ANCH * 2(m)) * (ALTR(2)++ALTR(6)) / (TRAM-1)$	M2
			261	$ANCH * (ALTR(2)++ALTR(6)) * 0.6(m) * 100(kg)$	KG
275			$ANCH * (ALTR(2)++ALTR(6)) * 0.6(m)$	M3	
傾斜		244	$20(Nos) * 20(m) * (TRAM-1)$	M1	
		251	$(ANCH + 5(m)) * 2(m) * (TRAM-1)$	M2	
		261	$(ANCH * 5(m)) * 2(m) * 50(kg) * (TRAM-1)$	KG	
		275	$(ANCH * 5(m)) * 2(m) * (TRAM-1)$	M3	
洗掘		153	$ANCH * 5(m) * 2(m) * (TRAM-1)$	M3	
		243	$(ANCH + 5(m)) * 2/0.5 * 10(m) * (TRAM-1)$	M1	
		531	$ANCH * (LONG - 10(m))$	M2	

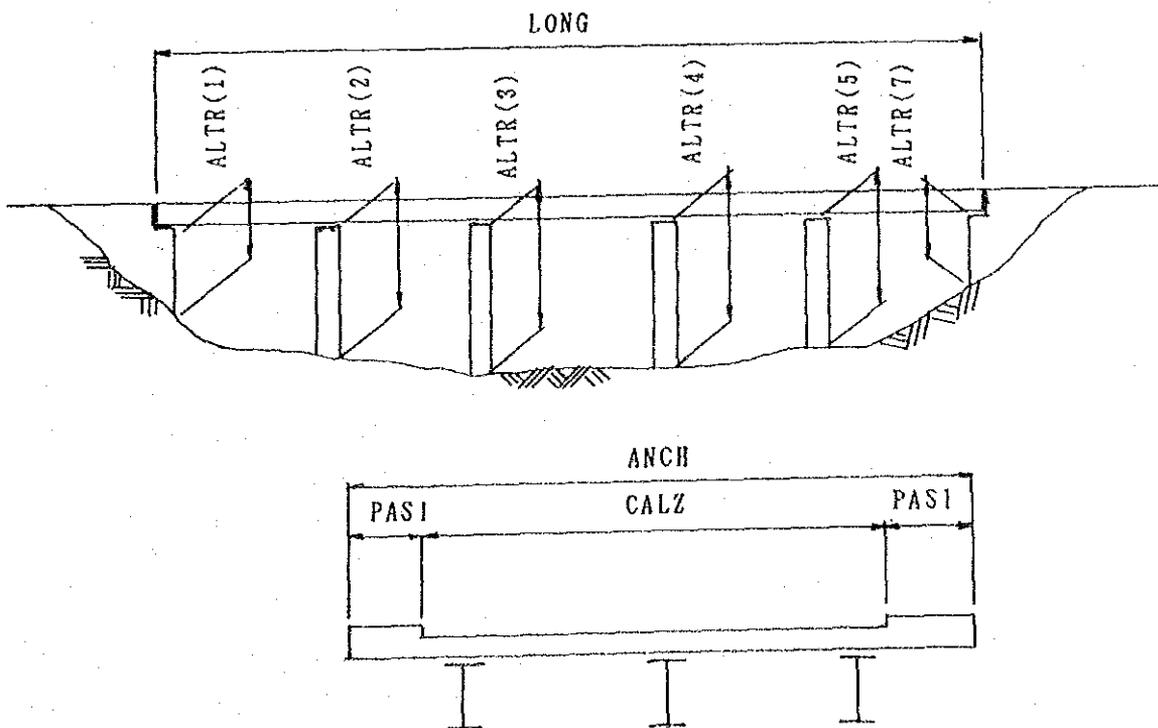


図 8 - 7 数量算出に使用する記号の説明

8-3 橋梁損傷度評価

8-3-1 損傷度評価に用いる重要度（ウェイト）の決定。

(1) 各評価項目の絶対評価値

橋梁の損傷度評価に用いる橋梁各部位、各種損傷に対する重要度はチリ側エンジニア3名、調査団のエンジニア3名に対しアンケート調査を実施し決定した。重要度決定の方法は表8-11に示すような5段階の絶対評価基準を用いて各部位、各損傷の損傷度評価に対する重要度について各エンジニアの考えを収集しその加重平均値を各部位、損傷に対する絶対評価値とした。このようにして決定した各評価項目に対する絶対評価値を表8-13に示す。

表 8-11 各評価項目の絶対評価値

ランク	定義
1	重要でない
2	若干重要
3	重要
4	かなり重要
5	非常に重要

(2) 重要度（ウェイト）の計算

損傷度評価には階層分析手法（Analytic Hierarchy Process）を用いて評価した。この手法は表8-12のように各評価項目の相対評価値を用い各評価項目のベクトル値を求める事によって全評価項目の重要度（ウェイト）を求めるもので、相対評価値は上に述べた各項目の絶対評価値から次の式で計算される。

$$IR(A : B) = I(A) - I(B) + 1$$

$IR(A : B)$: A の B に対する相対評価値
 $I(A)$: A の 絶対評価値
 $I(B)$: B の 絶対評価値

ここで $I(A) < I(B)$ の場合

$$IR(B : A) = 1 / [IR(A : B)]$$

例えば ある評価項目Aの絶対評価値が5で他のBの評価項目の絶対評価値が3の場合Bに対するAの相対評価値は $5 - 3 + 1 = 3$ となる。逆にAに対するBの相対評価値は $1 / 3$ となる。

表 8-12 橋梁各部位の絶対評価値とウェイト

	付属 部品	上 部 工	下 部 工	絶対値	ウェイト
付属部品	1	1/3	1/4	0.437	0.122
上部工	3	1	1/2	1.145	0.320
下部工	4	2	1	2.000	0.558

このようにして求めた橋梁各部位、各種損傷に対する絶対評価値を表8-12に示す。またこの絶対評価値から求めた各評価項目のウェイトを表8-13に示す。

(3) 損傷度評価

橋梁各部位の重要度を評価するため 図8-7に示したように評価の階層を3段階に分けた。第1段階は上部工、下部工、付属部品の橋梁を構成する3大要素、第2階層は表8-2 1B表に記載された橋梁の各部位、第3階層は同じく各部位毎の各種損傷である。各階層損傷度評価値は下部階層の評価を累積する事によって得られる。

従って、全体のウェイト(W1)はつぎの式で計算できる。

$$W1 = \text{第1階層のウェイト}(W1) \times w2 \times W3$$

また橋梁全体の損傷度評価はつぎの式で求められる。

$$R = \sum (W1 \times I1)$$

ここで

- R : 橋梁全体損傷度評価値
- W1 : 階層分析によって得られた各部損傷のウェイト。
- I1 : 橋梁点検時に付けられた損傷度合いに対する点検評価値

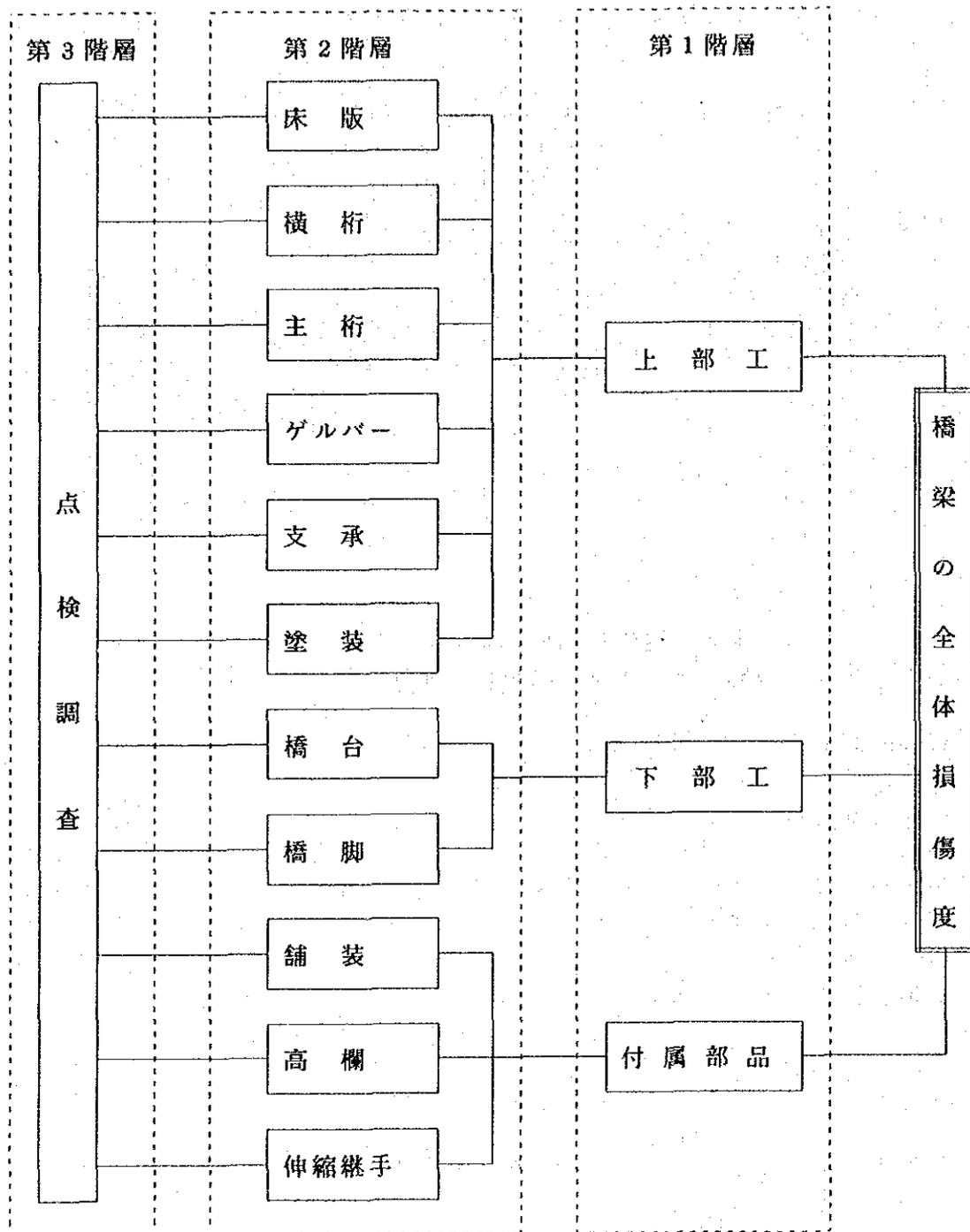


図 8-8 評価のウェイトを求める階層

表 8-13 各部位、損傷の絶対評価値

橋梁部位	損傷部位	1	2	3	4	5	6
付属部品	舗装	波打ち	激掘れ	ひび割れ	陥没	その他	
	3.5	3.0	3.0	4.2	4.0		
	高欄	変形	発錆	腐食	ひび割れ	剝離	その他
	2.5	2.4	2.6	4.0	2.8	3.4	
	伸縮継手	異常音	漏水	変形	沈下	目詰まり	その他
2.0	3.7	3.0	2.8	3.4	3.8	3.6	
上部工	床版	1方向 ひび割れ	2方向 ひび割れ	剝離	鉄筋露出	豆板空洞	遊離石灰
	4.0	3.0	4.0	4.0	3.6	3.0	3.8
	横桁 (鋼)	発錆	腐食	変形	接合部 破損	ひび割れ 剝離	
	3.3	2.6	4.0	3.2	4.6	4.2	
	主桁 (鋼)	発錆	腐食	変形	接合部 破損	ひび割れ 剝離	
	4.5	2.8	4.6	3.6	4.2	4.6	
	横桁 (コンクリート)	1方向 ひび割れ	2方向 ひび割れ	剝離	鉄筋露出	豆板空洞	遊離石灰
	3.2	2.6	3.8	3.2	3.8	2.6	3.6
	主桁 (コンクリート)	1方向 ひび割れ	2方向 ひび割れ	剝離	鉄筋露出	豆板空洞	遊離石灰
	4.7	2.8	4.0	3.4	4.2	3.2	3.6
	支承	本体破損	付属品 破損	アウター 拔出	沓座部 破損	異常変位	その他
	3.0	4.6	3.0	3.8	3.6	2.8	
塗装	変退色	発錆	膨れ	はがれ	その他		
2.5	1.8	3.0	3.4	3.8			
ゲルマ	1方向 ひび割れ	2方向 ひび割れ	剝離	鉄筋露出	豆板空洞	遊離石灰	
4.0	4.8	2.6	3.4	4.0	3.8	3.4	3.4
下部工	橋台	躯体亀裂	沓座異常	ハット 損傷	傾斜沈下	洗掘	その他
	4.8	3.2	2.8	3.0	4.8	4.4	
	橋脚	躯体亀裂	沓座異常	ハット 損傷	傾斜沈下	洗掘	その他
5.0	5.0	3.2	3.0	3.4	4.6	5.0	

注) 下段 : 評価値

表 8-14 各部位、損傷の重要度 (ウエイト)

橋梁部位	損傷部位	1	2	3	4	5	6
付属部品	舗装	波打ち	轍掘れ	ひび割れ	陥没	その他	
	0.373	0.161	0.161	0.362	0.315		
	高欄	変形	発錆	腐食	ひび割れ	剝離	その他
	0.192	0.120	0.138	0.343	0.160	0.239	
伸縮継手	異常音	漏水	変形	沈下	目詰まり	その他	
0.122	0.435	0.151	0.131	0.204	0.276	0.238	
上部工	床版	1方向 ひび割れ	2方向 ひび割れ	剝離	鉄筋露出	豆板空洞	遊離石灰
	0.171	0.106	0.219	0.219	0.162	0.106	0.188
	横桁 (鋼)	発錆	腐食	変形	接合部 破損	ひび割れ 剝離	
	主桁 (鋼)	発錆	腐食	変形	接合部 破損	ひび割れ 剝離	
	横桁 (コンクリート)	1方向 ひび割れ	2方向 ひび割れ	剝離	鉄筋露出	豆板空洞	遊離石灰
	0.117	0.099	0.228	0.149	0.228	0.099	0.197
	主桁 (コンクリート)	1方向 ひび割れ	2方向 ひび割れ	剝離	鉄筋露出	豆板空洞	遊離石灰
	0.295	0.095	0.220	0.143	0.252	0.124	0.166
支承	本体破損	付属品 破損	コンクリート 拔出し	沓座部 破損	異常変位	その他	
0.103	0.353	0.127	0.219	0.190	0.111		
塗装	変退色	発錆	膨れ	はがれ	その他		
ケルバー	1方向 ひび割れ	2方向 ひび割れ	剝離	鉄筋露出	豆板空洞	遊離石灰	
0.320	0.103	0.069	0.154	0.240	0.209	0.154	
下部工	橋台	躯体亀裂	沓座異常	パレット 損傷	傾斜沈下	洗掘	その他
	0.490	0.139	0.106	0.121	0.352	0.281	
	橋脚	躯体亀裂	沓座異常	パレット 損傷	傾斜沈下	洗掘	その他
0.558	0.510	0.121	0.106	0.139	0.281	0.352	

注) 1. 下段 : 重要度 (ウエイト)

2. 橋梁損傷部位のウエイトは部位の組合せによって
変わって来るためケルバー付きRC橋の例を記載

8-3-2 橋梁損傷度ランクの決定

本調査では橋梁の損傷度を表8-15、表8-16に示すように5段階で評価している。損傷度評価の段階では各部の損傷のウェイトと橋梁点検時の点検評価値の積として損傷度の値が示されており5段階評価とはなっていない。補修の優先度を定めるのに便利のようにこの損傷度の値を統計的なアプローチによって5段階評価に変換した。

本調査では損傷度評価で得られたデータの分布の特性を下記に示す式で検証した。

$$F(x) = \exp(-\exp(-a(x-u)))$$

ここで $F(x)$: x (損傷度評価値) の累積分布
 a : 原確率変数 x のばらつきの大きさを示す逆尺度
 u : 原確率変数 x の特性最大値

この確率分布を用いて損傷度ランクを求める事ができる。例えば50%と90%を対称的な信頼区間として損傷ランクを計算した場合、それぞれの棄却域25%と5%として5つの領域を決定する。そしてその領域に該当する損傷のランクに評価値を当てはめる事によって損傷度ランクを定義する。

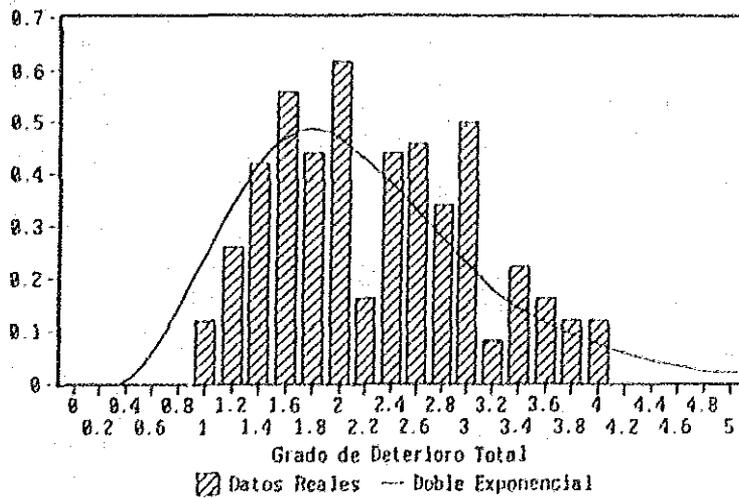


図 8-9 損傷度評価値と損傷度ランク

表 8 - 1 5 構造物の損傷に対する評価基準

評価値	評価基準
1	損傷無し
2	若干の損傷
3	危険ではないが損傷多数
4	重大な損傷あり
5	緊急に補修を要する損傷あり

表 8 - 1 6 基礎の洗掘に対する評価基準

評価値	評価基準
1	洗掘無し
2	洗掘の兆候がある
3	洗掘あるが危険性はない
4	洗掘あり危険
5	緊急に補修の要あり

8-4 橋梁補修、架け替え優先度判定システム

8-4-1 判定システム概要

橋梁の補修、掛け替えの優先度を決定する評価項目はその橋梁が存在する地域の特性、管理組織の体制、管理の目的等により変化し、架け換え、補修の優先度を決定する評価項目の重要度（ウエイト）も変わってくる。損傷度判定の結果以外に補修、掛け替えの優先度を決定する評価項目とその重要度の割合を検討した。

現在までに補修優先度の判定方法に対して色々の考え方が提案されている。今回の調査では、補修、掛け替え優先度に影響する互いに独立した評価項目を第1段階評価レベルとし、その第1段階レベルをさらに細かく評価する第2段階レベルの評価項目を設定し、それぞれのレベルにおける重要度を検討する階層構造による評価手法を採用した。

またそれぞれの評価項目のウエイトの合計は上位評価項目の持っているウエイトと同じか超過するよう設定する。例えば橋梁の損傷度を第1段階の評価項目としそのウエイトを100とする。この損傷度を評価する下位の評価項目として床版、上部工、下部工を設定したとする。この場合 8-3 橋梁損傷度評価で述べたような評価項目の評価値とそのウエイトの積として評価すると補修の優先度、緊急性がうまく提示できない。

例えば下部工が非常に危険な状態で緊急に何らかの対策が必要であるが床版、上部工の損傷が非常に少ない橋梁と、床版、上部工、下部工が万便なく損傷しているが緊急に補修を必要としない橋梁と比較すると橋梁全体の損傷度の値はより低くなる可能性がある。このため非常に大事な評価項目ではその損傷、機能の充足度が満足でないときはその値が全体評価に大きくでてくるようなウエイト付けを行った。

8-4-2 評価項目及びそのウエイト

- (1) 橋梁の損傷度 (D e e)
 - 1. 床版損傷度 (C d l)
 - 2. 上部工損傷度 (C d s)
 - 3. 下部工損傷度 (C d l)
- 2) 耐荷力 (D c c)
- 3) 橋梁の機能 (D e f)
 - 1. 幅員充足度 (C a u)
 - 2. 鉛直空間充足度 (C h u)
- 4) 橋梁の形式 (D t d)
- 5) 橋梁の残存寿命 (D v u)
- 6) 地形、道路線形の適否 (D p e)
 - 1. 河川状況 (C d e)
 - 2. 橋梁線形の適否 (C t c)

これらの評価項目の階層構造とそれぞれの重要度 (weight) を 表 8 - 1 7 に示す。

ここで第 2 段階評価項目を持たない評価項目、例えば耐荷力はその評価がそのまま第 1 評価として計上される。橋梁損傷度のように第 2 評価項目を持つ項目は第 2 評価項目の和として計上される。但し第 2 評価項目の和は第 1 評価項目に設定された重要度 (weight) の値を越える事が出来ない。

例えば橋梁損傷度の評価で第 2 評価項目で 床版の損傷度評価が 5 0、上部工の損傷度評価が 3 0、下部工の損傷度評価が 4 0 であったとすると合計は 1 2 0 となり橋梁損傷度の評価では最高レベルの 1 0 0 と評価される。これによって第 2 評価項目における他の部位が健全であっても 1 部位が極端に悪い場合、補修掛け替えの優先度を高くする必要があるとの判断を示す事ができる。

評価の項目、そのウエイトは M O P と協議の上決定したが、まだその評価結果を出していない。システムが完成した段階で特にウエイトの付け方を再検討する必要があるものと思われる。

表 8-17 補修優先度の総合判定表

評価項目	レベル1	レベル2
1) 橋梁損傷度	100	
a. 床版損傷度		50
b. 上部工損傷度		50
c. 下部工損傷度		50
2) 橋梁耐荷力	40	
3) 橋梁機能充足度	30	
a. 巾員充足度		20
b. 鉛直空間充足度		10
4) 構造形式	30	
5) 橋梁残存寿命	10	
6) 地形・道路線形の適否	20	
a. 河川の状況		10
b. 橋梁線形		20
総合評価	230	

8-4-3 評価方法

評価のレベルを判定する式も色々研究されているがここでは最も単純な1次補完の式を用いる事とした。これは現在のところチリにおける道路の構造基準（幅員、線形規定、荷重等）があまり細かく規定されていない事、収集されたデータの精度も良くない事からいたずらに式を複雑にしても意味がない。また行政的な判断資料として用いるには十分なデータを提供できるものと判断した。

(1) 橋梁の損傷度

$$D_{ee} = C_{d1} + C_{ds} + C_{di} < 100$$

$$C_{d1} = C_{d1max} * k \quad (C_{d1max} = 40)$$

$$C_{ds} = C_{dsmax} * k \quad (C_{dsmax} = 50)$$

$$C_{di} = C_{dimax} * k \quad (C_{dimax} = 50)$$

表8-18 損傷度評価値

評価値	係数 k	C _{d1}	C _{ds}	C _{di}
1	0.0	0	0	0
2	0.1	4	5	5
3	0.3	12	15	15
4	0.7	28	35	35
5	1.0	40	50	50

(2) 橋梁耐荷力

$$D_{cc} = P_{cc} * \left(1 - \frac{C_{cm}}{C_{dr}} \right) < 40$$

P_{cc} : 耐荷力に対する最大評価値 P_{cc} = 40

C_{cm} : 評価対象の橋梁耐荷力 (t)

C_{dr} : 設計上必要な耐荷力 (t)

表 8 - 1 9 道路種別に対応する設計荷重

道路種別		設計荷重
高速道路		HS20-44+20%
国道	A	HS20-44+20%
主要地方道	B	HS20-44
地方道	C	HS20-44
地域道路	D	HS15-44
都市道路	U	-

(3) 橋梁機能評価

$$D e f = C a u + C h u < 3 0$$

C a u : 幅員充足度 (C a u m a x = 2 0)

C h u : 鉛直空間充足度 (C h u m a x = 1 0)

1) 幅員充足度評価

$$C a u = P a c * \frac{A r - A e}{A r - A m a} < 2 0$$

P a c : 幅員充足度評価に対する最大値 (P a c = 2 0)

A r : 設計幅員 (m)

A e : 現況橋梁幅員 (m)

A m a : 必要最小幅員 (m)

表 8 - 2 0 設計幅員

(単位 m)

道路種別	設計幅員 A r	最小幅員 A m a
高速道路	27.0	26.0
国道	13.0	11.0
主要地方道	11.0	9.0
地方道	10.0	8.0
地域道路	9.0	8.0
都市道路	-	-

2) 鉛直空間充足度評価

$$C h u = P h u * \frac{H r - H e}{H r - H m a} < 1.0$$

- P h u : 幅員充足度評価に対する最大値 (P h u = 1.0)
 H r : 設計必要空間 (m)
 H e : 現況橋梁鉛直空間 (m)
 H m a : 必要最小鉛直空間 (m)

表 8 - 2 1 道路空間

(単位 m)

道路種別	設計空間 H r	最小空間 A m a
高速道路	5.0	4.7
国道	5.0	4.7
主要地方道	5.0	4.7
地方道	5.0	4.7
地域道路	5.0	4.7
都市道路	5.0	4.7

(4) 橋梁形式に対する評価

$$D_{t d} = P_{t p} * K_{t p} < 30$$

$P_{t p}$: 橋梁形式評価に対する最大値 ($P_{t p} = 30$)

$K_{t p}$: 各橋梁形式に対する評価係数

表8-22 橋梁形式に対する評価値

橋梁形式	$K_{t p}$
フィンク形式橋梁	1.0
吊り橋形式	1.0
木造橋	0.6
ゲルバー形式橋梁	0.3
ラティス形式橋梁	0.2

(5) 橋梁残存寿命評価

$$D_{v u} = P_{v r} * \left(1 - \frac{V_u - E_p}{10} \right) < 10$$

$P_{v r}$: 残存寿命評価に対する最大値 ($P_{v r} = 10$)

V_u : 橋梁寿命 (年)

E_p : 橋令 (年)

表8-23 橋梁寿命

橋梁使用材料	V_u
鋼橋	40
コンクリート橋	50
木造橋	8
石	50
ブレンカ (煉瓦等)	30

注) 下部工、主桁、床版に使用している材料のうち最も寿命の少ない材料によって橋梁の寿命とする。

(6) 地形、道路線形の適否評価

$$Dpe = Cde + Ctc$$

Cde : 河川状況 (Cdemax = 10)
 Ctc : 橋梁線形の適否 (Ctcmax = 20)

1) 河川状況評価

$$Cde = Pes * \frac{Ac - Lep}{Ac - Lmp} < 10$$

Pes : 河川状況評価に対する最大値 (Pes = 10)
 Ac : 河川幅 (m)
 Lep : 現況の橋梁全長 (m)
 Lmp : 橋梁最小必要橋長 (0.75 * Ac m)

2) 道路線形評価

$$Ctc = Ptc * Ktc < 20$$

Ptc : 道路線形評価に対する最大値 (Ptc = 20)
 Ktc : 道路線形評価値 (Tt) に対する係数

表 8 - 2 4 道路線形に対する評価係数

評価値 Tt	Ktc
1	0.0
2	0.2
3	0.4
4	0.7
5	1.0

道路線形評価値 T_t は橋梁及び取付道路に掛かる縦断勾配と平面曲線の関係から次のように決める。

$$T_t = T_p + T_c < 5$$

T_t : 道路線形評価値 ($T_{t \max} = 5$)
 T_p : 縦断勾配評価値 ($T_{p \max} = 2$)
 T_c : 平面曲線評価値 ($T_{c \max} = 5$)

1. 縦断勾配評価値 T_p

表 8 - 2 5 縦断勾配に対する評価値

縦断勾配合計	評価値 T_p
$0\% < P_e < 2\%$	0
$2\% < P_e < 4\%$	1
$4\% < P_e < 6\%$	2
$6\% < P_e < 8\%$	3
$8\% < P_e$	4

2. 平面曲線評価値 T_c

$$T_c = 5 * \frac{C_r - C_e}{C_r - C_{ma}} < 5$$

C_e : 既存橋梁曲線半径 (m)
 C_r : 設計曲線半径 (m)
 C_{ma} : 最小曲線半径 (m)

表 8 - 2 6 設計速度に対応した道路曲線

(単位 m)

道路種別	設計速度	曲線半径	最小曲線半径
高速道路	120 km/H	7 0 0	5 3 0
国道	110 "	5 3 0	4 0 0
主要地方道	110 "	5 3 0	4 0 0
地方道	80 "	2 4 0	1 2 5
地域道路	60 "	1 2 5	5 5

第9章 結び勧告

9-1 結び

今回の調査を通じて、国道5号線およびそれに隣接する幹線道路上にある橋梁のうち、それぞれ246橋および10橋の合わせて256橋について、橋梁現況調査をし、橋梁インベントリーの作成、橋梁補修計画の策定を行った。これと平行して、橋梁維持点検ガイドラインおよびマイクロコンピュータを利用した橋梁マネージングシステムを構築した。

(1) 橋梁調査および補修計画

調査対象橋梁のほとんどの橋梁の設計図書は消失しており、現況調査において損傷度調査と合わせて主要寸法の計測を行い、現状写真集、橋梁概要図を作成し、橋梁台帳の整備を行った。これらは、今回の補修計画の策定に有用であったばかりでなく、将来の国道5号上橋梁維持管理に大いに役立つ事を期待している。今後他の地方道路の橋梁の整備にも同様の資料整備を行って維持管理の役に立つ事を願っている。

国道5号線上の橋梁のうち、損傷度評価4および5にランク付けされた橋を補修対象橋梁として選定し、補修計画を策定した。概略補修事業費は総計40億ペソである。ただし、この補修計画にはそれぞれの橋梁が従来持っていた要求機能を回復させるものであり、標準的な工法を用いた補修をかんがえている。このため特殊な橋梁の大規模な補修補強は考慮していない。大型または特殊な橋梁の補修についてはさらに検討が必要である。

対象橋梁には、かなり年代の古いものから最近建設されたものが含まれている。従って、それぞれ建設された時代により、設計思想、設計荷重などの使用が異なる。また、設計年次の新旧に関係なく桁や橋脚の変形が見られる。しかしながら、竣工図書が無いため、その変形が建設後に生じたものかどうかその原因を明確にするのは困難である。

このような事由から、将来は一つの路線あるいは区間として道路と一貫した整合性のとれた整備を行なう必要が生じるものと考えられる。そのためには、要求機能のレベルを上げなければならない橋梁があり、補強もしくは架け換えの必要が出てくるであろう。

詳細調査対象として選定された10橋の補修設計は、補修の基本的な考え方を示すため、基の構造の機能の復元を主体としたものであり構造計算に裏付けされたものではない。必要に応じて地盤調査を実施したが本来各橋脚位置で調査すべき所、各橋梁1個所程度であり本格的な基礎の改修を実施するには基礎の根入れ深さ、地盤条件などの調査は不十分である。従って、本格的な基礎の補修工事の実施にあたっては尚詳細な調査が必要である。

対象橋梁のなかには、基本的な構造を改善すべきもの、すでに補修が行われている橋梁についてもその補修方法が不適切なものが見られた。また、構造的には強度は一応満足しているものの、横揺れ等の変形が大きく利用者に不安感を与え今後とも観察研究の必要なもの（MALLECO橋）、大きな変形が生じているもの（AMOLANAS橋）などがある。今後、強度の他に変形に対する規制、設計計算だけでは規定できない構造細部など国の規準として設計思想、設計規準を見直すことが望ましい。

(2) 橋梁維持点検ガイドライン

今回作成したガイドラインは、橋梁の点検調査に当たる技術者のための手引き書である。点検時の点検のポイント、損傷の評価法、標準的な橋梁補修の方法等維持管理の基本的な事項をまとめている。しかしながら今回の調査ではチリ国の幹線5号線を対象としたためいまだ全国の地方道路に散在する木橋、フィンク橋、吊り橋等について述べる事が出来なかった。今後、実際に使用しながら追記、改善され維持補修管理マニュアルとして整備されるのが望ましい。

(3) 維持管理システム

今回の調査で橋梁維持管理システムとして、マイクロコンピュータを用いて橋梁諸元及び損傷度点検データのデータベースを開発した。このシステムを基に橋梁補修計画を行うための支援道具として補修の予算、補修優先度を計算するシステムを構築した。橋梁の維持管理の体制をどの様にし、予算をどの様に配分するかは非常に難しい問題を含んでいる。橋梁は道路の一部であり、政治的な配慮、地域計画、予算等、純技術的な要素以外の決定要因が多いからである。このため管理システムとしていろいろな指標を提供できるシステムを開発した。しかしながらどの様なシステムも開発当初から完全と言うシステムはありえない。このシステムを有効に活用し、将来応用範囲を広げるために、たえまない改良が必要である。このためチリ国の技術者が独自にシステム改良が実施できるような技術の移転がなされる必要がある。

9-2 勧告

(1) 補修計画

橋梁補修計画を策定する上で、国家の総合開発計画など国家としての政策の面からのアプローチは重要な要素である。しかしながら、今回提案した補修計画案にはこれらの視点は盛り込まれていない。現在まで橋梁補修に対する公共予算が非常に制限されており問題の起こった橋梁をその場当たり緊急処置として対処するしかなかったからである。今後道路補修計画の中の一環として橋梁の維持管理の計画をたてる必要がある。

橋梁の補修を行なうに当たっては、損傷、変形の原因を明らかにする必要がある。これには、経年変化の状況を把握することが重要である。設計図書、出来得るならば竣工図書を保管し、定期的に調査を行い、点検調査を保管管理する体制の確立が必要である。

(2) 橋梁マネジメントシステムの運用

提案したシステムを有効活用するためには、橋梁の専門知識とコンピュータシステムに精通した人材の確保が望ましい。しかし、短時日にこれらの技術移転を行なうのは困難である。長期の専門家による技術指導が必要であろう。

(3) 維持管理体制

公共事業省(MOP)の現行の組織として、各地方事務所に橋梁及び構造物の管理の役割を持つ道路部がある。橋梁維持管理体制として、現状の組織が活かされるよう各部門共通の維持管理の基準を確立しMOPの全ての事務所に明示する必要がある。また橋梁維持点検ガイドラインその他の資料を有効に活用してMOPが橋梁維持管理能力の向上に役立たせる事を期待している。

橋梁点検およびそれに関連する活動は以下に示すような手順で実施するのが望ましい。また将来は、コンピュータネットワークが地方事務所とMOP本部の間で構築され、MOPと地方組織の役割が見直され、より効率のよい体制を確立するのが望ましい。

1. 橋梁の点検調査はこの基準の基に各地方の道路部で行い、そのデータを事務所に保管すると共にMOP本部に報告する。
2. MOP本部は維持管理システムにデータを蓄積するとともに、一括して補修予算、補修改善の基本計画が作れる体制を造る。

JICA