

マイクロフィルム用資料

008

ISSN 0386-5878

土木研究所資料第3633号

土木研究所資料

橋梁マネジメントシステムの開発に関する調査研究報告書

平成11年3月

建設省土木研究所
構造橋梁部構造研究室

Copyright © (1999) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

橋梁マネジメントシステムの開発に関する調査研究報告書

構造研究室 室 長 佐藤 弘 史
主任研究員 萩原 勝 也
二川 英 夫

要旨

多くの橋梁ストックを抱えた現在、橋梁の維持管理費の増加をなるべく抑えつつ、ストックを長期にわたり良好に保全して行くことが求められている。そこで橋梁補修の効率化、合理化を図ることを目的として、橋梁の維持管理を支援する橋梁マネジメントシステムが開発された。橋梁マネジメントシステムはパーソナルコンピュータ上のソフトウェアで、その内容を大きく分けると「健全度評価モジュール」と「補修計画作成モジュール」で成り立っており、建設省道路管理データベースシステムの点検データから健全度評価モジュールが橋梁毎の評価を行い、それを利用して補修計画作成モジュールが事務所等で管理する橋梁群の補修計画を立案し、補修に役立てるものである。

キーワード：橋梁、橋梁マネジメントシステム、維持管理、健全度評価、補修計画、標準劣化曲線

まえがき

我が国は、戦後積極的に道路整備が進められ、道路橋のストックは相当な量に及んでいる。現在、高速自動車国道から市町村道にある橋長15m以上の道路橋だけでも12万4千橋以上となっている。また、道路の保全に必要な維持修繕費は年々増加し、改築費の増加よりも大きな伸びとなっている。

このように、多くのストックを抱え、増加している維持管理費を考えると、今後は維持管理費の増加をなるべく抑えつつストックを長期にわたり良好に保全していく必要がある。そこで合理的な橋梁の維持管理のための橋梁マネジメントシステムが必要であると考えられるようになってきた。

橋梁の点検技術、評価技術、補修技術については多くの調査研究がなされて成果が得られ、それらは要領や便覧などにも反映されて、整備されてきている。一方、最近パーソナルコンピュータが発達、普及してきた。パーソナルコンピュータは、性能や扱えるデータ量などに制限があるが、手軽に扱え、データの保管、計算などを正確かつ迅速に行える。

そこで、道路橋の維持管理を合理化するために、パーソナルコンピュータをベースとした支援システムを開発することとした。これが橋梁マネジメントシステム（以下「BMS」という。）である。

今回開発したBMSプロトタイプは、橋梁の点検データが蓄積されている建設省道路管理データシステム(MICHI)からデータを抽出し実施するスタイルとした。

BMSは、当初MS-DOSの日本語版の一つを利用するNECのPC98シリーズ上で稼働させることを前提として開発を進めた。その後、パーソナルコンピュータのオペレーションシステムの主流がMS-WINDOWSに移ってきたため、利用性を考慮して最終的にはMS-WINDOWS上のプログラムとして開発した。

BMSの開発は、建設省総合技術開発プロジェクト「社会資本の維持更新・機能向上技術の開発」（以下「総プロ」という。）の一環として実施されたものであり、この総プロが平成3年度から平成7年度の5年間で終了した後も、道路事業調査費により平成8年度から平成9年度の2年間開発を継続してきたものである。橋梁マネジメントシステムのプロトタイプを開発するために実施された研究をとりまとめここに報告する。

なお、本開発にあたっては、「社会資本の維持更新・機能向上技術の開発委員会」のもとに設置された「BMS部会」（部会長 成田信之 東京都立大学教授）、平成8年度及び平成9年度においては新たに設置された「橋梁マネジメントシステムの開発委員会」（委員長 成田信之 東京都立大学教授）の委員各位よりご指導・ご助言をいただいた。また、橋梁データの収集にあたっては、地方建設局の工事事務所にご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

目 次

まえがき

1. 橋梁マネジメントシステムの開発の概要	1
1. 1 道路橋の維持管理の概要	1
1. 2 橋梁マネジメントシステムの概要	1
1. 3 将来への提案	14
2. 橋梁マネジメントシステムの開発委員会	15
3. 橋梁の維持管理の現況	16
4. 橋梁マネジメントシステムの基本概念	21
5. 健全度評価モジュール	24
5. 1 健全度評価の概念	24
5. 2 健全度評価の位置付け	34
5. 3 健全度評価手法の検討	40
6. 補修計画作成モジュール	69
6. 1 補修計画作成の概念	69
6. 2 補修計画作成の位置付け	83
6. 3 補修計画モジュールの内容	86
7. 補修履歴データベース	103
7. 1 補修履歴データベースの概要	103
7. 2 補修履歴データベースの全体構成について	107
7. 3 補修履歴データベースと補修計画作成モジュールとの連携	108
7. 4 補修履歴データベースに必要な機能	109
7. 5 補修履歴データベースのデータ項目選定	112
8. 評価及び更新	115
8. 1 平成7年度までの評価及び更新	115
8. 2 平成8, 9年度の評価及び更新	153
9. 将来への提案	180
9. 1 橋梁点検要領への提案	180
9. 2 M I C H I への提案	181
9. 3 健全度評価への提案	182
9. 4 補修計画作成への提案	183
9. 5 システム全体への提案	185
参考文献	186

1. 橋梁マネジメントシステムの開発の概要

1. 1 道路橋の維持管理の概要

道路橋の維持管理の概略の流れは、点検を行いその結果を評価し、必要に応じて補修を行うという三つの作業を繰り返すことである。

建設省が管理している一般国道の橋梁は建設省土木研究所が作成した「橋梁点検要領（案）昭和63年7月」に基づき定期点検が実施されている。この要領による点検の流れは、図-1.1に示すとおりで、点検には通常点検、定期点検、異常時点検の3種類がある。通常点検は全橋梁を対象とし、定期点検は原則として橋長15m以上のものを対象としている。異常時点検は、地震、台風、集中豪雨などの異常時に点検が必要とされるものを対象としている。また、点検要領による部材の損傷度の判定は表-1.1に示すようにⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、O.K.の5段階になっている。損傷度の判定は点検対象の部材別に、損傷の種類、損傷の状態、部材の重要度、損傷の進行状況を考慮して行われる。損傷度Ⅰは一番損傷がひどい状態であり、交通の安全確保の支障となる恐れがあることを示し、O.K.では全く損傷がないことを示す。ⅡからⅣは、それらの中間であり、程度に応じてその後の調査やさらには補修などを行う必要が生じる場合がある。

建設省では、道路維持管理業務を支援するシステムとして、道路管理データベースシステム（英文では Ministry of Construction Highway Information Data Base System、この頭文字から以下「M I C H I」という。）という道路に関するデータを蓄積、活用できるデータベースを構築している。ここに蓄積されるデータは、図面などのイメージデータ、周辺状況、道路状況、道路構造、構造物、付属物などに関するデータである。また、いろいろな様式で必要なデータを抽出することも可能である。橋梁の点検後の点検データもこのM I C H Iに蓄積されてゆくことになっており、蓄積が開始されている。

1. 2 橋梁マネジメントシステム（BMS）の概要

BMSの役割は、橋梁の維持管理の中の点検、評価、補修の三つの作業のうち、評価と補修の計画の一部をコンピュータ化して合理的に作業が行えるように支援するものである。BMSの基本構成を図-1.2に示す。

ここで、BMSを用いた場合の橋梁の維持管理の全体システムを概念的に表すと図-1.3のとおりである。アメリカやデンマークなど、膨大な予算を投じて、この全体システムをコンピュータ化しBMSとして運用している国もあるが、我が国では、すべてをコンピュータ化するまでには至っていない。

今回開発したBMSは、M I C H Iから橋梁の諸元、履歴、点検データなどを取り出し利用することとした。

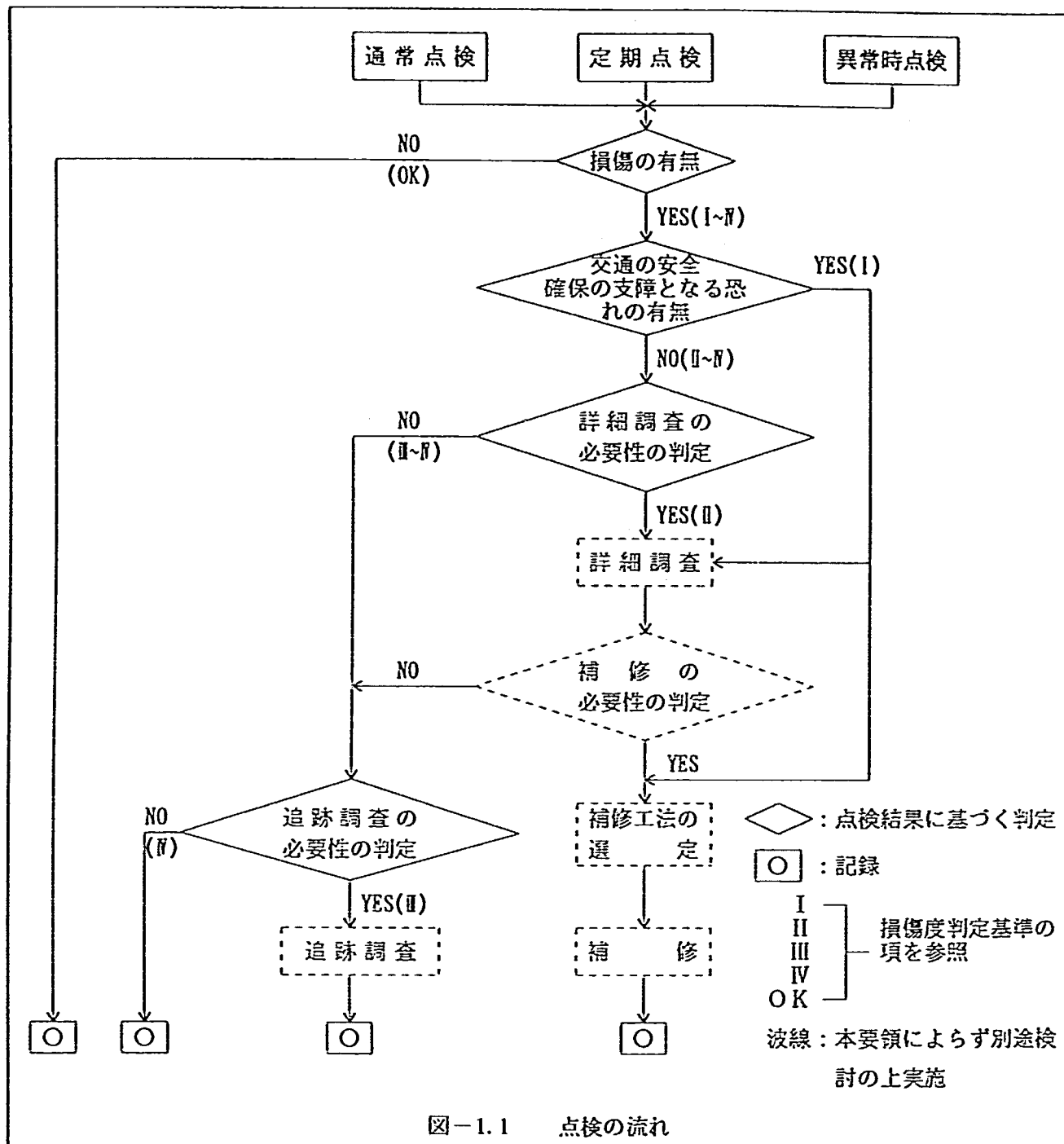


表-1.1 損傷度判定標準

判定区分	損傷度判定標準
I	損傷が著しく、交通の安全確保の支障となる恐れがある。
II	損傷が大きく、詳細調査を実施し補修するかどうかの検討を行う必要がある。
III	損傷が認められ、追跡調査を行う必要がある。
IV	損傷が認められ、その程度を記録する必要がある。
O.K	点検の結果から、損傷は認められない。

BMSは建設省の管理する道路橋の維持管理をコンピュータにより支援するシステムを構築し、道路橋補修の効率化、合理化を図ろうとするものである。BMSは「健全度評価モジュール」と「補修計画作成モジュール」で成り立っており、M I C H I の点検データから健全度評価モジュールが橋梁毎の評価を行い、それを利用して補修計画作成モジュールが、事務所等で管理する橋梁群の補修計画を立案し、補修に役立てるという流れである（図－1.4）。BMSからの最終的な出力は補修計画とそれぞれの橋梁の健全度である。

今回の開発は、実用化のために必要なBMSのプロトタイプの作成とBMSの将来の提案である。

① 健全度評価モジュールの概要

M I C H I に蓄積されている橋梁の諸元、履歴、点検データを使用し、橋梁の現在の状況进行评估する。M I C H I では腐食やクラックなどのそれぞれの種類の欠陥は、橋梁の各部材毎の損傷度として点検データが蓄積されている。橋梁の健全度は、それぞれ各部材の損傷度を減点数として変換し、この減点数を満点から差し引きすることにより計算される。

② 補修計画作成モジュールの概要

事務所等で管理する橋梁群を対象として、それぞれの橋梁の健全度とその他の情報から複数の補修計画を立案し、予算計画に合わせ、どの橋梁を補修するか、またどの程度補修かななどを最適化し、補修計画を作成する。

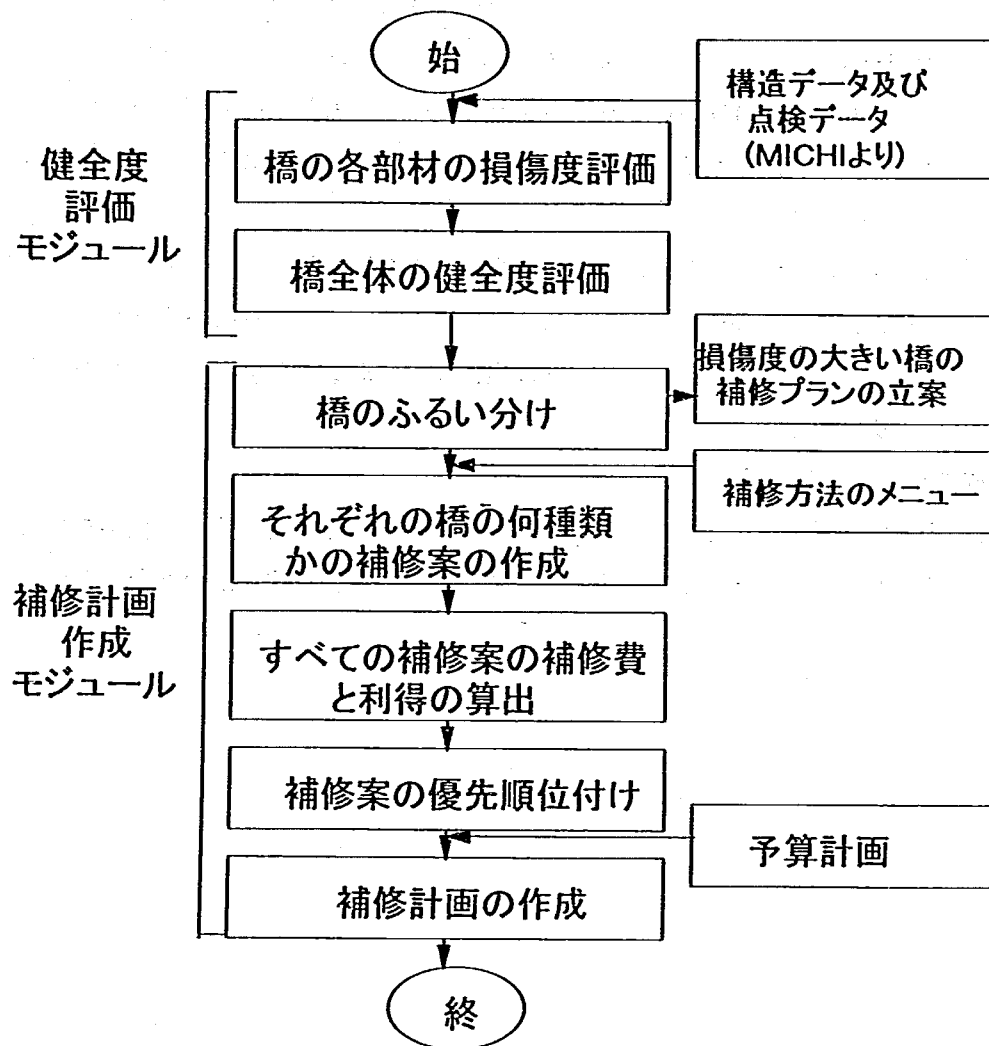


図-1.4 BMSのフローチャート

1)健全度評価の考え方

なお、〇〇橋と呼ばれる1橋扱いの橋でも、図-1.5の様に複数の橋種を有する場合がある。この場合には同一構造体ごとにそれぞれの部位の健全度判定を行い、その橋の部位の健全度とする。下部工については、橋脚、橋台の躯体と基礎の損傷度から健全度を評価する。

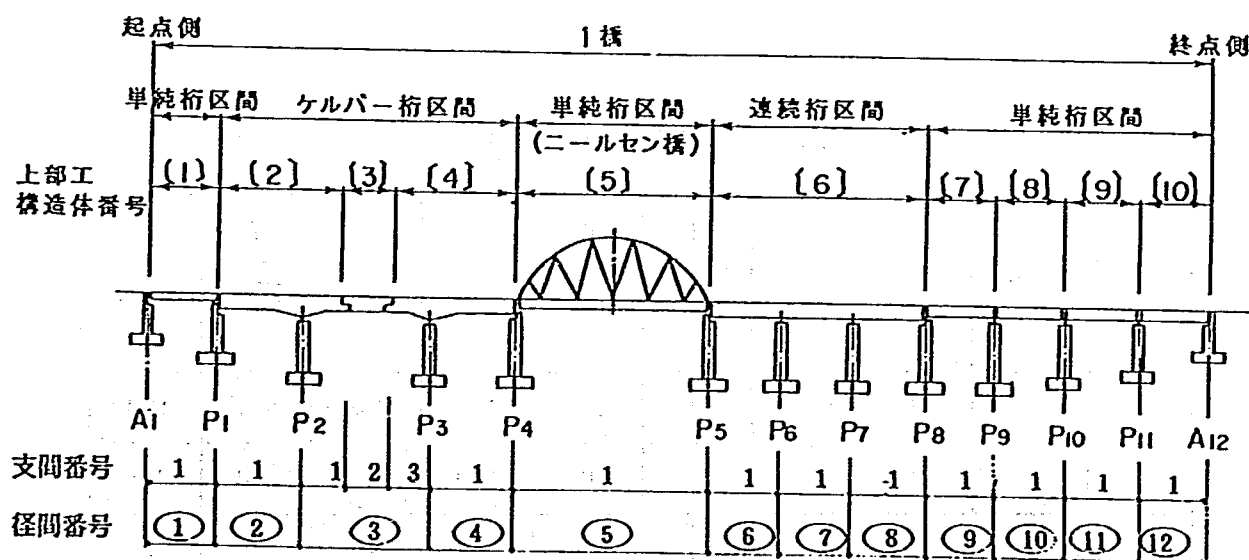


図-1.5 複数構造体の考え方

2)健全度評価手法

橋梁の健全度を考える上で、経済性から橋梁の補修を決定するための対象となる橋とは何かについて整理した。まず、交換可能な部材、部品は、橋の架け替えなどを行わずに、交換が可能であるので、壁高欄でない鋼製高欄、伸縮装置、支承などは橋としての健全度評価の対象から外すこととした。

次に、交換時の関連性から、橋を床版、主桁、そして下部工の3種類の分類に単純化した。非合成の橋の場合、床版の打ち換えは、主桁、下部工をそのまま可能であるが、主桁の交換は、床版の打ち換えを通常は同時に行わざるを得ない。同様に下部工を作り直す場合は、上部工も通常は再度かけ直す必要がある。このことから、他の部分の交換に影響を与える部分毎に分類した。

対象から外された、高欄や伸縮装置、支承などは、それ自体が単体で交換可能なものであり、物理的に使用可能な限り使い続け、物理的劣化が供用限界に達したときに交換すれば一番経済的である。

橋梁構成部材の損傷度から、減点数を決定する方法は、損傷度に対して減点数を与えることとし、損傷の種類にかかわらず損傷度Ⅱ、Ⅲ、Ⅳのそれぞれに対する減点数を変えることとした。つまり、損傷度自体がすでに重み付けされたものなので、損傷度に対する一定の減点数を与えた。

損傷度と減点数に対する低減比は表－1.2 に示す8種類を用いて橋梁全体の健全度を算出し、橋梁点検の専門家の評価と比較し、一番近いケース6を採用した。参考のため図－1.6 にケース5の場合のシステムの評価と専門家の評価点の比較を示す。

健全度の評価の方法については、全く劣化のない状態を100点満点とし、その部材の損傷度から求められた減点数を満点から引いたものを健全度とした。

表－1.3 で説明すると、主桁は減点数の合計が12点なので健全度は、100点から12点を引いた88点となる。同様に床版は減点数が24点なので健全度は76点、下部工は減点数が0点なので健全度は100点である。

橋梁としての健全度は橋全体で一つとせず、床版、主桁、下部工のそれぞれの健全度を補修計画作成用データとした。

表－1.2 損傷度と減点数に対する低減比

ケース 損傷度	1	2	3	4	5	6	7	8
I	—	—	—	—	—	—	—	—
Ⅱ	3	6	9	12	15	18	21	24
Ⅲ	2	4	6	8	10	12	14	16
Ⅳ	1	2	3	4	5	6	7	8
O.K.	0	0	0	0	0	0	0	0

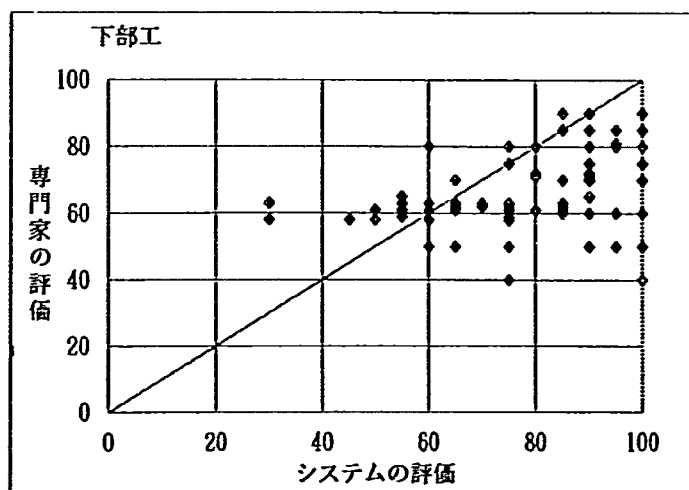
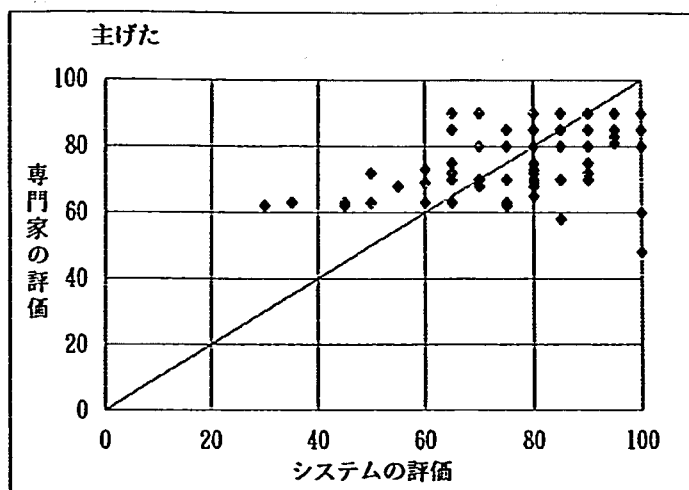
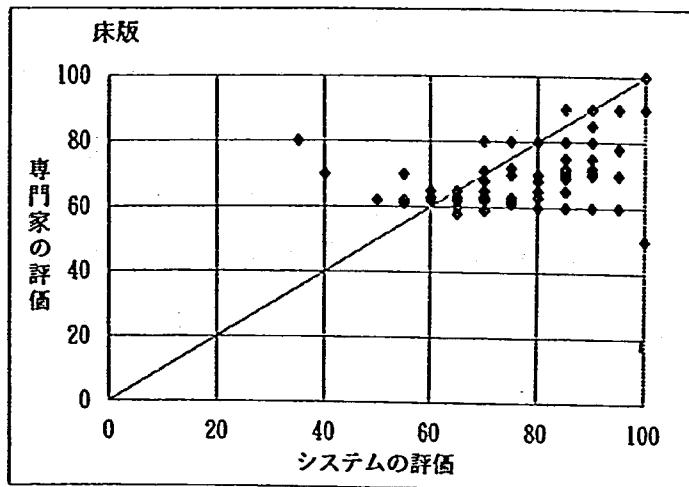


図-1.6 システムの評価と専門家の評価の比較

表-1.3 健全度の算出例

部位	床版	主桁	下部工
損傷度	Ⅳ x 2 Ⅲ x 1	Ⅳ x 2	O.K.のみ
減点数の計算	6 x 2 + 12 x 1	6 x 2	0
減点数	24	12	0
健全度	76	88	100

(2) 補修計画作成モジュール

1) 補修優先度の考え方

補修の優先度を考える上で、まず、補修をする必要性を健全度から判断し、健全度が極端にいい橋を補修の対象から除外することが合理的である。

次に、補修の優先度の考え方であるが、これは補修によりどれだけのメリットがあるかという補修効率から判断される。大きく分けて補修効率を算出するためには2種類の方法が考えられる。ひとつは補修により健全度がどの程度回復するかという回復度を使用する方法で、もう一つは、補修によりどれだけ現在価値が生じるかということを利用する方法である。それぞれについて以下に説明する。

まず、回復度であるが、1つの橋梁について複数の補修案を検討し、各案による損傷の回復度より補修効率を定義しようとするものである。具体的な補修効率は、図-1.7に示すように、現況の劣化曲線と損傷度回復による劣化曲線に囲まれる面積により定義するものである。この劣化曲線とは、横軸に橋梁架設からの経過年をとり、縦軸に橋梁の健全度をとった橋の経年劣化の状況を示す図である。これによると橋は年を追うごとにだんだん劣化してゆき、供用限界以下になると使用不可能になる。ここで現時点で補修を行い、健全度が回復すると、回復後の健全度の点を通るように標準劣化曲線をそのまま平行移動させることにより供用限界との交点が先にのびることになり将来の使用可能期間が伸びることになる。補修利得は図の斜線の部分の面積で表される。補修効率は、この補修利得を補修費で割ったものとなる。

次に、現在価値による方法であるが、これは管理者利得として補修により将来の支出の減額分を考えるものである。橋梁は、補修を行わなければ自然劣化や外乱による損傷を受け寿命(図-1.7に示す余寿命)を迎え架け替えることになる。しかし、現時点で補修が行われると寿命が延命され、架け替えまでの時間が長くなる。これによって、この橋梁に投資される費用の現在価値が補修なしの架け替えに比べて低下する。ここに、現在価値とは現在と将来にかかるすべての費用を効率等を考慮して現在の価値(価格)に変換したものである。この低下した分の現在価値を管理者利得とし、補修効率は管理者利得と補修費との比で定義される。この計算方法については「2) 補修計画作成の流れ」にてさらに詳しく説明する。

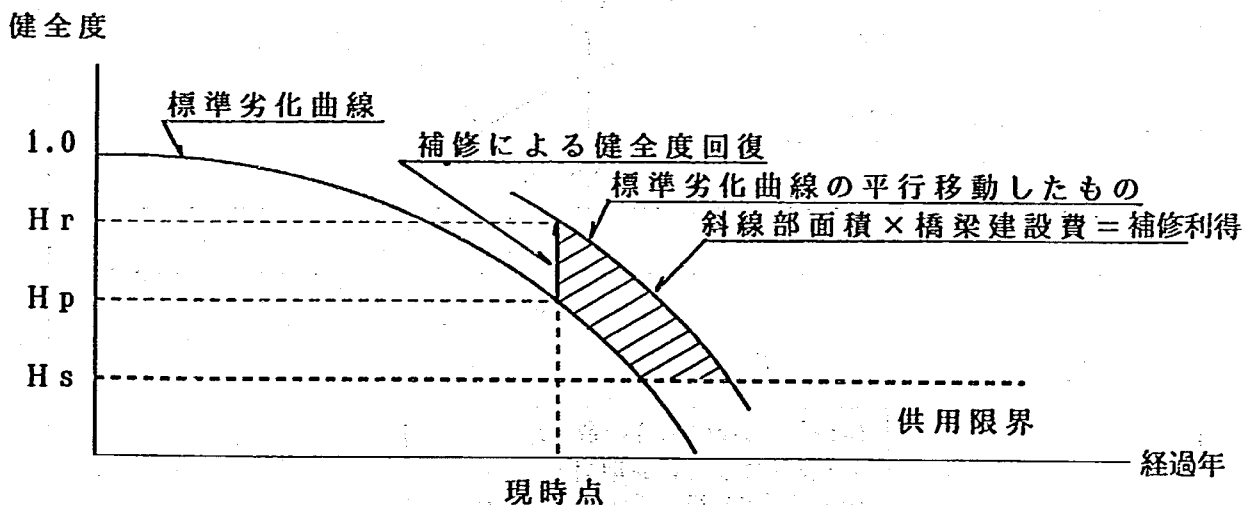


図-1.7 健全度と経過年グラフの面積

これら2つの方法のなかで、補修の優先度を決定づける手法として後者に従うことにした。その理由は、後者の補修効率の考え方は、橋梁に関わる費用支出のすべてを求め、それを現在価格にディスカウントして、比較するものであり、補修時期を含めて最適化が可能である。また、複数の橋梁を対象とした最適化にも有効であり、最適化のアルゴリズムが比較的容易である。

現在価値として算出する利得には、厳密には管理者利得以外に利用者利得を含めたほうがより正確である。利用者利得には、補修や架け替えにより荷重制限や迂回がなくなることによる時間短縮、運転コスト減による利得がある。しかし、利用者利得は、その定量化が困難であるため、本研究では利得に含めないこととした。

2) 補修計画作成の流れ

補修計画作成モジュールでは、健全度評価モジュールの出力を受け、管轄事務所の橋梁群を対象にして、損傷部材の代表的な補修工法（補修案）を選定し、補修費を算出する。他方、補修に伴い減額される将来の補修費をこの補修の利得と考え、補修費及び利得を勘案することにより、当該年次での補修の優先順位を決定する。この結果から、その年次における予算の中で取るべき補修計画が作成される。

なお、道路管理者の判断により、優先的に補修すべきと判断されるものについては、本補修計画作成モジュールによる検討を経ずに直接補修の検討を行うようにしている。

また、逆にきわめて健全な橋梁については、補修計画作成対象から除外されるようにした。

図-1.8 に、標準劣化曲線が示されているが、これは、架設した橋梁が時間とともに劣化していく状況の標準的な様子を表している。この橋の補修しない場合の余寿命は t_r である。

つぎに、補修を行った場合は、健全度を算出しその点を通るように標準劣化曲線を水平方向に平行移動させ、その移動された曲線が供用限界と交わるまでの期間が、補修されない場合の余寿命 (t_r) に補修による延命期間 (e) を加えた長さとなる。また、標準的に劣化して行く場合の橋の寿命を標準寿命 (T) と呼ぶ。

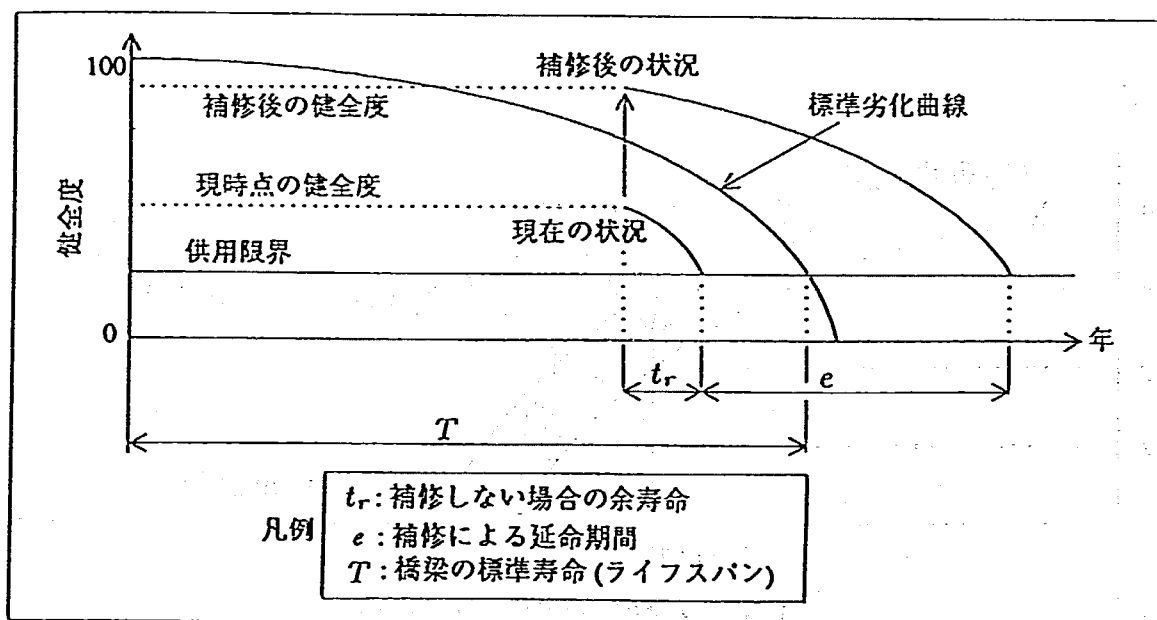


図-1.8 標準劣化曲線、 t_r 、 T 、 e

以下、当モジュールでの補修計画の作成方法を説明する。

①それぞれの補修案の補修費と利得を算出する。

利得Bは、次の式で計算される。

$$B = C_0 - C_1 \quad (1.1)$$

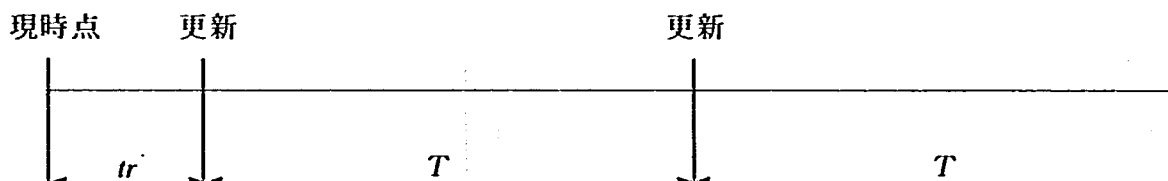
ここで、 C_0 は、今回補修をしないで、今から tr 年（余寿命）後に掛け替えを行い、その後 T 年（標準寿命）ごとに掛け替えを繰り返す場合にかかる、すべての費用の現在価値である。 C_1 は今回補修を行い、補修の結果 e 年延命し、今から $tr + e$ 年後に掛け替えを行い、その後は T 年ごとに架け替えて行く場合のすべての費用の現在価値である。図－ 1.9 に示すとおり、今回補修することにより、架け替えするタイミングを全体に遅らせることが出来る。

このとき、 C_0 と C_1 は次の式で表すことが出来る。

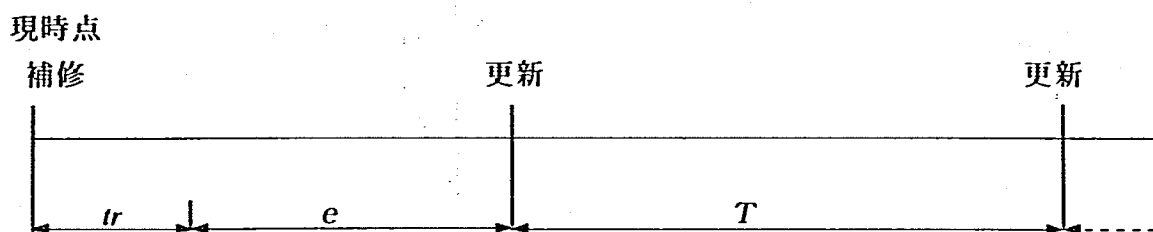
$$C_0 = A \left[\frac{(1+i_e)^T}{(1+i_e)^T - 1} \right] \left[\frac{1}{(1+i_e)^{tr}} \right] \quad (1.2)$$

$$C_1 = A \left[\frac{(1+i_e)^T}{(1+i_e)^T - 1} \right] \left[\frac{1}{(1+i_e)^{tr+e}} \right] \quad (1.3)$$

補修しない場合



補修する場合



図－ 1.9 架け替えサイクル

ここで、Aは1回当たりの掛け替え費用でインフレーションは考慮していない。 i は物価上昇率 (inf) を考慮した利率であり、次式で表される。ここで i は通常の利率である。

$$i_s = \frac{1+i}{1+inf} - 1 \quad (1.4)$$

②同様にそれぞれの橋梁のすべての補修案に対して補修費と利益を計算する。

③次に図-1.10に示すように、それぞれの橋毎に、横軸に補修費（コスト）C、縦軸に利得 B をとったグラフに、すべての補修案を補修費の小さい順にプロットしていく。

次に、そのプロット間を線で結んでゆき、凹となる補修案を対象から除外して行く。理由を図- 1.10 の左側の a で説明すると②の補修案が図上で凹となっていることが分かる。ここで補修はまず一番効率 (B/C) のいい①を行う。次に①を補修した後、次に一番いいものを探すと、②を行うより③を行った方が効率（今度は図上の①の点からの②及び③の効率を言う。）がいいことが分かる。すべての橋梁毎にこの図を作成し、各補修案毎に限界効率 ($\Delta B/\Delta C$) を計算する。

そして $\Delta B/\Delta C$ の大きい順に、予算の制約の範囲まで、補修案を選択していく。この結果、最も効率の良い補修計画が選定される。 $\Delta B/\Delta C$ は図の右側 b で説明すると補修効率のいい順に並んだ①、②、③の一つ前の補修を行った時点で、次の補修を行うときの効率である。

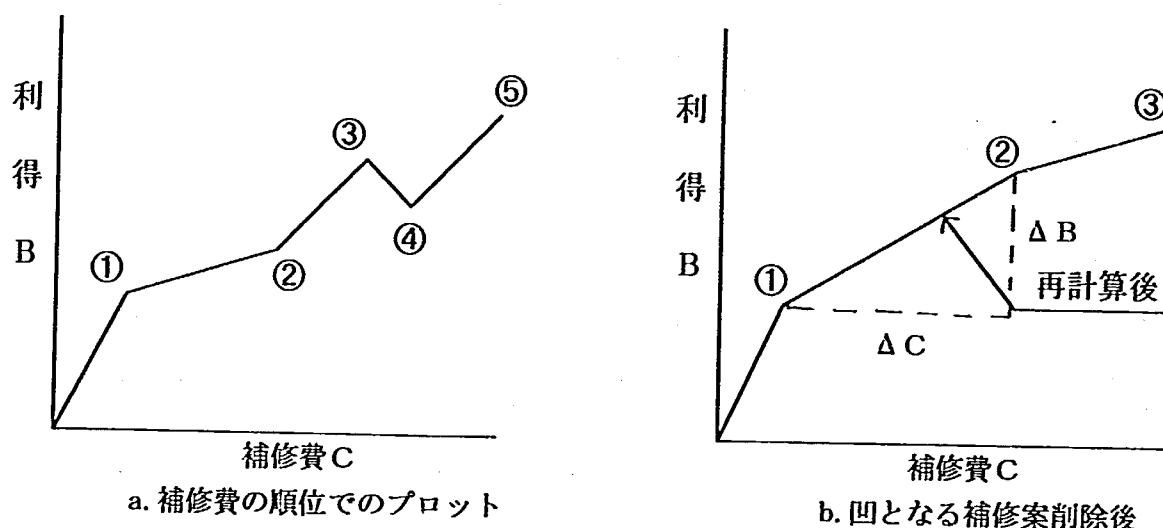


図-1.10 補修案の優先順位の決定方法

橋梁の補修計画を作成するに当たっては、補修計画作成時点での健全度だけでなく、将来の健全度の低下、補修費用、架け替え費用などを勘案して、予算の制限内での最も効率的な補修計画を作成することが必要である。

橋梁の損傷は橋梁全体に及んでいるものもあれば、一部に偏在している場合もある。現在の橋梁点検要領では、その損傷面積についての情報が少ない。点検要領からの面積に関する情報があるものについては、その情報に基づいた規模を推定して、補修規模を決定する。また、点検野帳・写真等により補修規模を決定できるように、手動入力ができるようにした。

補修は、下部工、主桁、床版のそれぞれの部位につき次の3種類を考えた。

- イ) 補修しない。
- ロ) 損傷レベルⅡ以上を補修する。
- ハ) 当該部位を交換する。

これを組み合わせることにより、1橋につき補修ケースは14種類となった。

補修工法については、各部材の損傷度に応じて、補修工法メニューから適切な補修工法（補修パターン）を選定した。補修工法メニューには、補修パターンごとの損傷パターンと程度に応じた適用範囲とレイチングの回復度を明記しておいた。回復度は補修をすれば基本的に100%とし、既存資料により回復度が推定できるものは、回復後のレイチングを設定した。

補修工法の選択は、システムによる自動選択を基本とする。管理者の手動選択にも対応できるようにする。

(3) まとめ

健全度評価モジュールと補修計画作成モジュールの二つのプログラムから出来たBMSのプロトタイプが完成した。BMSは建設省の管理する道路橋の維持管理をコンピュータにより支援するシステムを構築し、道路橋補修の効率化、合理化を図ろうとするものである。M I C H Iの点検データから健全度評価モジュールが橋梁毎の評価を行い、それを利用して補修計画作成モジュールが、事務所等で管理する橋梁群の補修計画を立案し、補修に役立てる。

健全度評価モジュールはM I C H Iに蓄積されている橋梁の諸元、履歴、点検データを使用し、橋梁の現在の状況を評価する。M I C H Iでは腐食やクラックなどのそれぞれの種類の欠陥は、橋梁の各部材毎の損傷度として点検データが蓄積されている。橋梁の健全度は、それぞれ各部材の損傷度を減点数として変換し、この減点数を合計して満点から差し引きすることにより計算される。

補修計画作成モジュールは事務所等で管理する橋梁群を対象として、それぞれの橋梁の健全度とその他の情報から複数の補修計画を立案し、予算計画に合わせ、どの橋梁を補修するか、またどの程度補修するかなどを合理的に判断し、補修計画を作成する。

今後とも改良を重ねて、BMSのプロトタイプを将来より有効なものとしてゆくことが望まれる。

1. 3 将来への提案

橋梁マネジメントシステムを将来より有効なものとしてゆくため、橋梁マネジメントシステムだけでなく、橋梁の維持管理業務、データベースを含めて、次のように改良及び変更を提案する。

- 1) 橋梁点検（近接点検）は現在10年に1度実施されている。橋梁の劣化は10年間に大きく進行する可能性が大きい。従って、将来的にBMSで活用できる橋梁点検の頻度を増加させてゆく。
- 2) 橋梁点検の結果を調査したところ、点検技術者により点検結果がある程度の幅を持ってばらつくことが分かった。BMSで点検結果の蓄積をはかるとともに、点検技術者の育成強化を図り、点検結果のばらつきをなるべく少なくしてゆく。
- 3) 現在の橋梁点検は、橋梁の損傷を記録するのに相対的な評価を実施している。一方橋梁の補修計画を作成するためには、具体的な補修数量が必要となる。従って補修数量に関するデータを点検時に記録するようにする。
- 4) 補修計画を作成するにあたり、より適正な補修工法を選定するためには補修実績の蓄積及び分析が必要である。そこで、BMSに付属している「補修履歴データベース」に補修履歴の蓄積を進め、ある程度蓄積された後分析して補修計画にその結果を反映させる。
- 5) 今回のBMSで採用された標準劣化曲線などの健全度算出方法は、限られたデータを用いて設定したものである。今後十分な橋梁点検データが蓄積された後、標準劣化曲線などの健全度算出方法を更新して、信頼性の向上を図ってゆく。
- 6) 現在のシステムは、主要部材を対象としている。今後は、二次部材も含めて橋梁全体を含むシステムにして行くことが望ましい。
- 7) 今回作成したBMSは健全度評価及び補修計画作成のための独立した支援システムである。BMSの究極の目標は長期的には、点検、評価、補修という維持管理業務の全体をシステム化して合理的にすることを目標としたい。

2. 橋梁マネジメントシステムの開発委員会

橋梁マネジメントシステムの開発にあたり設置した委員会名簿を以下に示す。

①「社会資本の維持更新・機能向上技術の開発委員会、BMS部会」(平成7年度まで)

委員名	委員所属および役職
部会長 成田 信之	東京都立大学工学部土木工学科教授
委 員 藤原 稔	東北大学工学部土木工学科教授
三木 千壽	東京工業大学工学部土木工学科教授
山縣 敬二	日本道路公団構造技術課長
富沢 修次	首都高速道路公団保全技術課長
関 惟忠	阪神高速道路公団保全技術課長
野村 直茂	道路保全技術センター橋梁構造部長
委託側 横山 功一	土木研究所構造橋梁部長
佐藤 弘史	土木研究所構造橋梁部構造研究室長
鳥海 隆一	同 構造研究室主任研究員
荻原 勝也	同
長尾 彰洋	同 構造研究室研究員

②「橋梁マネジメントシステムの開発委員会」(平成8年度および平成9年度)

委員名	委員所属および役職
部会長 成田 信之	東京都立大学工学部土木工学科教授
委 員 藤原 稔	東北大学工学部土木工学科教授 (平成8年度)
	道路保全技術センター技師長 (平成9年度)
三木 千壽	東京工業大学工学部土木工学科教授
小川 篤生	日本道路公団構造技術課長
和泉 公比古	首都高速道路公団保全技術課長
前川 順道	阪神高速道路公団保全技術課長
藤井 裕司	道路保全技術センター橋梁構造部長
委託側 藤城 泰行	土木研究所構造橋梁部長 (平成8年度)
岡原 美知夫	同 (平成9年度)
佐藤 弘史	土木研究所構造橋梁部構造研究室長
荻原 勝也	同 構造研究室主任研究員
二川 英夫	同 構造研究室

3. 橋梁の維持管理の現況

橋梁マネジメント・システム（BMSと略す）は、橋梁の竣工時から架替に到るまでの点検、評価、補修、データ保管等ライフサイクルの中でのあらゆる活動を、最も合理的に運用するためのシステムである。このため、電子計算機利用を前提とするデータの蓄積方法や管理水準、サービス水準の概念を導入し、補修優先順位の決定、橋梁供用上の寿命予測、将来の需要予測等により維持管理戦略の最適化を図るものである。

以下に各国のBMSの現状を記す。

1) デンマークにおけるBMSの現状

デンマークでは、デンマーク道路局、国鉄、COWIコンサルタントの3機関が官民一体となってDANBROというBMSを開発し、点検および劣化状態、耐荷力評価、補修の優先度評価、工事費、維持管理のための予算までの一貫したシステムとなっている。このシステムの概略は表-3.1.1に示すとおりであり、補修が必要な橋梁に対して限られた予算を最適に運用し、橋梁を適正なレベルに維持管理するための支援システムとして、デンマーク道路局と14のうちの7自治体で使用されている。

2) アメリカにおけるBMSの現状

アメリカでは、最初に州および地方自治体が橋梁点検データを連邦道路庁に提出して、橋梁架替、補修プログラムへの応募手続きを行い、同庁は、健全度評価基準に基づき上記プログラムの選択リストを州に提供する。なお、橋梁架替、補修プログラムの基で実施されるプロジェクト予算の連邦補助率は、約80%程度になっている。

次に、州はこの選択リストに基づき連邦補助を受ける橋梁およびその他の州内の橋梁に対して、架替、補修等の優先度の決定を行い維持管理を実行している。

連邦道路庁および州では、このような点検、評価、補修、データ保管等の活動をより合理的に実施するため、BMS開発の本格的な研究を行っており、ペンシルバニア州では1987年より表-3.1.1に示すようなBMSの実用化がなされている。その後法律により各州は1995年10月までに実施可能なシステムを構築しなければならないことになった。また、連邦道路庁などは各州が利用できるようにPONTISと呼ばれるシステムを開発した。

3) ドイツにおけるBMSの現状

旧西ドイツでは、橋梁の維持管理および点検要領をDIN1076に規定し、点検結果を 表－3.1.1 に示すようにコンピューター処理している。さらに、交通省道路建設局では損傷、原因、補修方法等を事例集として発刊して、ドイツ国内の維持管理に関する意識の高揚を図っている。

4) 日本におけるBMSの現状

日本における橋梁の維持管理は、表－3.1.2 に示すように建設省、公団、地方自治体およびJR等の各機関で独自に実施されているのが現状である。各機関とも点検方法、点検基準（健全度評価ランク）、データ記載様式までは整備されている。また補修方法に関しては「道路橋補修便覧（S54）日本道路協会」がある。しかし、修の優先度決定方法に関しては規定がなく、マネジメント・システムには到っていない。

表 - 3.1.1 国外における橋梁維持管理状況

国 名	点検の種類と頻度	点検の実施体制	損傷度の判定	補修の優先度評価	データベース
デンマーク	- 一般点検 1回/5年 - 詳細点検 必要の都度	3名の点検技術者 (Inspector) が全国を3地区に分けて担当	0～5ランクの評価により橋梁の損傷度を判定。	- 各橋の経年変化に基づいた劣化曲線を用いて変状の進行程度を予測。 - 現在の変状ランク、耐荷力、路線の重要度により評価。(点検データモジュール)	次の4種類から構成されている。 - 橋梁一般データモジュール - 点検データモジュール - 予算費用データモジュール - 図面基準データモジュール
アメリカ (ペンシルバニア州)	定期点検 2回/1年	ペンシルバニア州では67郡を11事務所に分割して管理。	10段階評価により橋梁の損傷度を判定。	- 橋梁の欠陥を耐荷力、変状、その他の特性の3つに大別して耐荷力、床版、上部工、下部工、幅員、建築限界、残存寿命、桁下空間、水路、道路配置の10項目に対する点数で評価。 - 各項目に対しウエイトを加味して最高得点10～70点を与え、関数式により計算。	構造データ記録システムを発展させ橋梁情報データベースとしている。 - 橋梁構造データ - 新設工事費データ - 補修工事費データ - 点検データ
ドイツ	- 通常点検 1回/3月 - 詳細点検 1回/1年 - 標準調査 1回/3年 - 詳細調査 1回/6年 - 特別調査 必要の都度	詳細調査は各州庁の専門検査官が担当。	レベル1～6の6段階で橋梁の損傷度を判定。		様式の統一されたプログラムにより処理され次の内容からなる。 - 一般データ - 設計、施工データ - 維持管理データ また、損傷原因等の整理のため損傷事例データが実用化されている。

表－ 3.1.2(1) 国内における橋梁維持管理状況（その1）

機 関	点検の種類と頻度	点検の実施体制	損傷度の判定	補修の優先度評価	点検結果の記録
建設省	・ 通常点検 1回／1日 ・ 定期点検（遠望） 1回／2年 ・ 定期点検（近接） 1回／10年 ・ 異常時点検 必要の都度 ・ 追跡調査 必要の都度 ・ 詳細調査 必要の都度	・ 定期点検（点検車） 点検員 1人 点検補助員 2人 運転員 1人 ・ 定期点検（他手段） 点検員 1人 点検補助員 2人	区分Ⅰ：損傷が著しく交通の安全確保の支障となる恐れがある。 区分Ⅱ：損傷が大きく詳細調査を行い補修実施に対する検討の必要がある。 区分Ⅲ：損傷が認められ追跡調査を行う必要がある。 区分Ⅳ：損傷が認められその程度を記録する必要がある。 OK：点検の結果から損傷は認められない。	規定なし	次の点検報告書の作成と道路管理データベースの登録を標準とする。 ・ 橋梁台帳 ・ 橋梁点検結果総括表 ・ 損傷概要 ・ 径間別点検結果 ・ 径間別一般図 ・ 損傷図 ・ 部材番号図 ・ 損傷写真台帳 ・ 損傷種類別判定結果一覧表
日本道路公団	・ 日常点検 1回／1日 ・ 点検定期 1回／1年 ・ 臨時点検 必要の都度	・ 日常点検 2人1組 ・ 定期点検 規定なし	区分AA：損傷が著しく交通の安全確保の支障となる恐れがあり、緊急補修の必要がある場合。 区分A：損傷が大きく補修するかどうかの検討が必要な場合。 区分B：損傷は小さいが補修するかどうかの検討が必要な場合。 OK：損傷がないかあっても軽微で補修の必要がない場合。	規定なし	次の様式に記録し所属長に報告することを標準とする。 ・ 年間総括調査 ・ 日常点検月間調査 ・ 日常点検報告書 ・ 定期点検報告書 ・ 臨時点検報告書
東京都	・ 日常点検（通常） 随 時 ・ 日常点検（定期） 1回／3月 ・ 定期点検 1回／5年 ・ 異常時点検 必要の都度 ・ 動態観測 特定の部材 ・ 詳細調査 必要の都度	・ 日常点検 点検員 1人 点検補助員 1人 ・ 定期点検（徒歩） 点検員 1人 点検補助員 2人 ・ 定期点検（ボート） 点検員 1人 点検補助員 3人 ・ 定期点検（点検車） 点検員 1人 点検補助員 3人 保安用員 2人	区分A：損傷が特に認められない。 区分B：損傷が小さい（記録） 区分C：損傷がある。（動態観測） 区分D：損傷が大きい。（詳細調査） 区分E：損傷が著しく第三者へ影響を与える可能性がある。（緊急補修）	規定なし	次の様式に記録することを標準とする ・ 日常点検日報 ・ 橋梁別定期点検表 ・ 径間別定期点検表 ・ 橋梁一般図 ・ 写真台帳その1 ・ 写真台帳その2 ・ 損傷図

表 3.1.2(2) 国内における橋梁維持管理状況 (その2)

機 関	点検の種類と頻度	点検の実施体制	損傷度の判定	補修の優先度評価	点検結果の記録
J R	- 全般検査 (定期) 1回/2年 - 全般検査 (不定期) 必要の都度 - 個別検査 必要の都度 - 広域検査 必要の都度	特に規定なし	区分AA: 著しい欠陥があり緊急に措置を要するもの。 区分A1: 変状又は欠陥があり早急に措置を要するもの。 区分A2: A1よりも軽微な変状であるが時期をみて措置を要するもの。 区分B: 将来Aランクになる恐れのあるもので必要に応じて措置するもの。 区分C: 軽微な変状で進行の停止が確認できないもの。 区分S: 健全なもの	規定なし	検査結果の記録には、検査年月日、検査者、検査実施箇所、変状構造物の事項を記入し整理保存する。
営団地下鉄	- 定期検査 1回/2年 - 臨時検査 必要の都度 - 特別検査 必要の都度	7路線154.6kmを工務技術所の土木第1課～3課(計9班)で担当 ・定期、臨時検査 検査員 2人 記録員 1人 監視員 1人 ・特別検査 検査内容に応じた構成。	区分特A: 安全を脅かす欠陥があり何らかの措置を必要とするもの。 区分A: 部分的な変状又は欠陥があり取替え、補強等を必要とするもの。 区分B: 変状又は欠陥があり密な監視が必要なもの。 区分C: 軽微な変状又は欠陥があり定期検査の際重点的な点検を必要とするもの。	規定なし	検査年月日および結果を記録する。
東京モノレール	- 路線巡視 (車上) 1回/1日 - 路線巡視 1回/6月 - 構造物検査 1回/2年 - 路盤検査、標識検査 1回/1年 - 異常時検査 必要の都度 - 特別検査 1回/10～20年	各検査とも2～3人の人員構成を基本とする	区分特A: 安全を脅かす欠陥があり何らかの措置を必要とするもの。 区分A: 部分的な変状又は欠陥があり取替え、補強等を必要とするもの。 区分B: 変状又は欠陥があり密な監視が必要なもの。 区分C: 軽微な変状又は欠陥があり定期検査の際重点的な点検を必要とするもの。	規定なし	次の様式に記録することを標準とする ・巡視報告書 ・軌道測定報告書 ・変状推移記録表 ・軌道桁検査表 ・支承検査報告書 等の報告第1表～報告第19表

4. 橋梁マネージメントシステムの基本概念

1) 橋梁マネージメントシステムの概念

橋梁の維持管理の全体システムは、一般に図-4.1に示すように表せる。国外では膨大な予算を投じて、この全体システムを橋梁マネージメントシステム（以下「BMS」という。）として構築し、実施している国（デンマーク、アメリカ等）があるが、我が国の現況では、支援システムを導入し、システムチックに維持管理がなされるまでに至ってはいない。

一般的に橋梁マネージメントシステムとは、橋梁のライフサイクルの中で、維持管理（維持管理の概略の流れは、点検を行い、その結果を評価し、必要に応じて補修を行うという三つの作業を繰り返すこと）を

- ・コンピュータの利用を前提とするデータ蓄積・処理
- ・管理水準、サービス水準の概念の導入
- ・補修優先順位の決定方法
- ・橋梁供用上の寿命予測
- ・将来の需要予測

などを基にして、より効率的に維持管理の最適化を支援するシステムと考えられる。

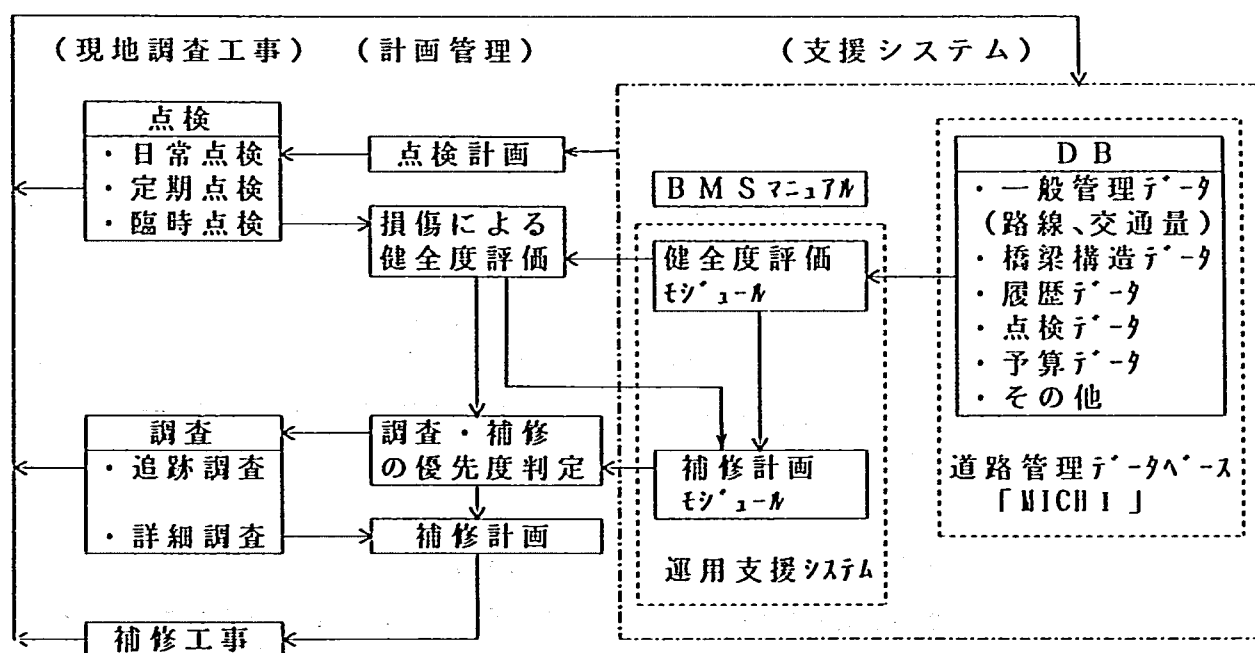


図-4.1 橋梁の維持管理の全体システム概念図

今回開発するBMSは建設省の管理する道路橋の維持管理を対象として、既に存在する道路管理データベースシステム（以下「M I C H I」という。）と密接に関わりつつ、評価と補修の計画の一部をコンピュータ化して合理的に作業が行えるように支援するものである。BMSの基本構成を図-4.2に示す。

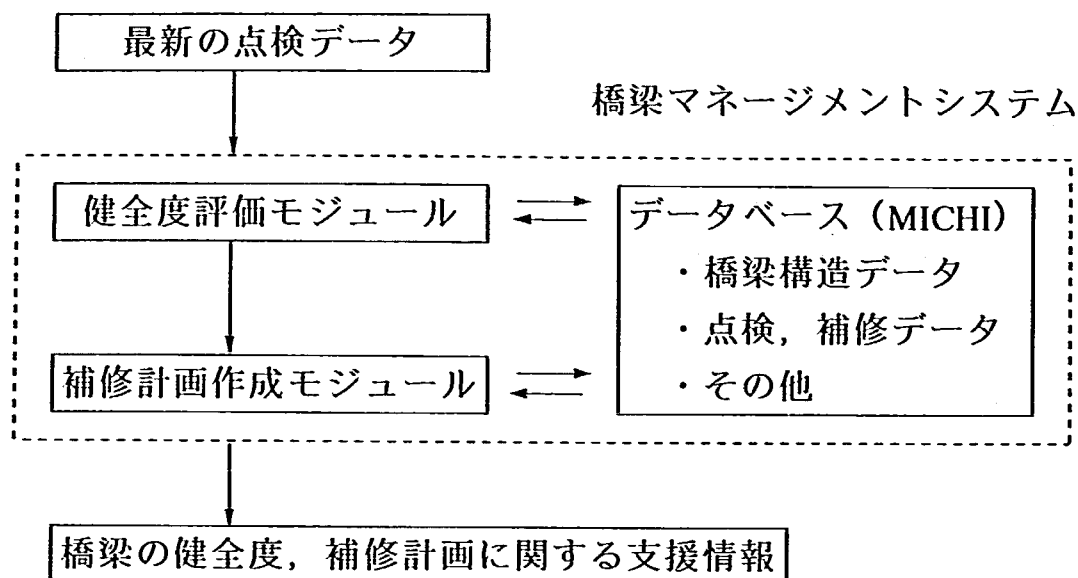


図-4.2 BMS基本構成

2) M I C H I

建設省では、道路維持管理業務を支援するシステムとして、道路管理データベースシステム（以下「M I C H I」という。）という道路に関するデータを蓄積、活用できるデータベースを構築している。ここに蓄積されるデータは、図面などのイメージデータ、周辺状況、道路状況、道路構造、構造物、付属物などに関するデータである。また、いろいろな様式で必要なデータを抽出することも可能である。今回開発するBMSはM I C H Iから橋梁の諸元、履歴、点検データなどを取りだして利用する。

3) 点検

建設省が管理している一般国道の橋梁は建設省土木研究所が作成した「橋梁点検要領（案）昭和63年7月」に基づき定期点検が実施されている。この要領による点検では、損傷の程度によりその後の調査、補修が必要となる。また、点検要領による部材の損傷度の判定は5段階になっている。点検後の点検データはM I C H Iに蓄積されて行くことになっている。

4) 健全度評価モジュール

BMSは橋梁の健全度を評価する「健全度評価モジュール」と補修計画を立案する「補修計画作成モジュール」で成り立っており、M I C H Iの点検データを使用する。BMSの最終的な出力は補修

計画とそれぞれの橋梁の健全度である。

MICHIに蓄積されている橋梁の諸元、履歴、点検データを使用し、橋梁の現在の状況进行评估する。MICHIでは腐食やクラックなどのそれぞれの種類の欠陥は、橋梁の各部材毎の損傷度として点検データが蓄積されている。基本的には、橋梁の健全度は、それぞれ各部材の損傷度を減点数として変換し、この減点数を合計して満点から差し引きすることにより計算される。

5) 補修計画作成モジュール

事務所等で管理する橋梁群を対象として、それぞれの橋梁の健全度とその他の情報から複数の補修計画を立案し、予算計画に合わせ、どの橋梁を補修するか、またどの程度補修するかなどを最適化し、補修計画を作成する。

6) 橋梁マネジメントシステムの開発の手順

橋梁マネジメントシステムの開発の手順は、まずこの基本概念に基づき、5章で健全度評価モジュールの開発を、6章で補修計画作成モジュールの開発を説明する。次に7章にて補修履歴データベースの説明を行った後、8章において平成7年度及び8年度に行ったBMSプロトタイプの評価及び更新内容を報告する。

5. 健全度評価モジュール

5. 1 健全度評価の概念

(1) 健全度評価の概念

現在、我が国の道路維持管理のデータベースは、建設省を中心に全国的な普及が始まっているが、橋梁独自のデータベースとなると必ずしもその整備が進んでいるとは言えない。又、維持管理の際に各機関で採用されている点検・レーティング・補修方法については類似しているものの、判定から補修の実施に至る過程は、確立されたものがない。

このような理由から、本調査・研究では、BMSのパイロットモデル作りを目的とするところでもあり、耐荷機能のみを扱う健全度評価システム（案）を提案するものとする。

提案するシステム（案）は、アメリカの評価システムの中にも見られる寿命の概念を取り入れて、現在実施されている耐荷機能評価と同時に、将来を見越せる維持管理システムを思考する。このためのB・M・Sのモデルは、既供用年数、橋の各部位の変状等を考慮した健全度指数によるものとし、その概念図を図-5.1.1示す。

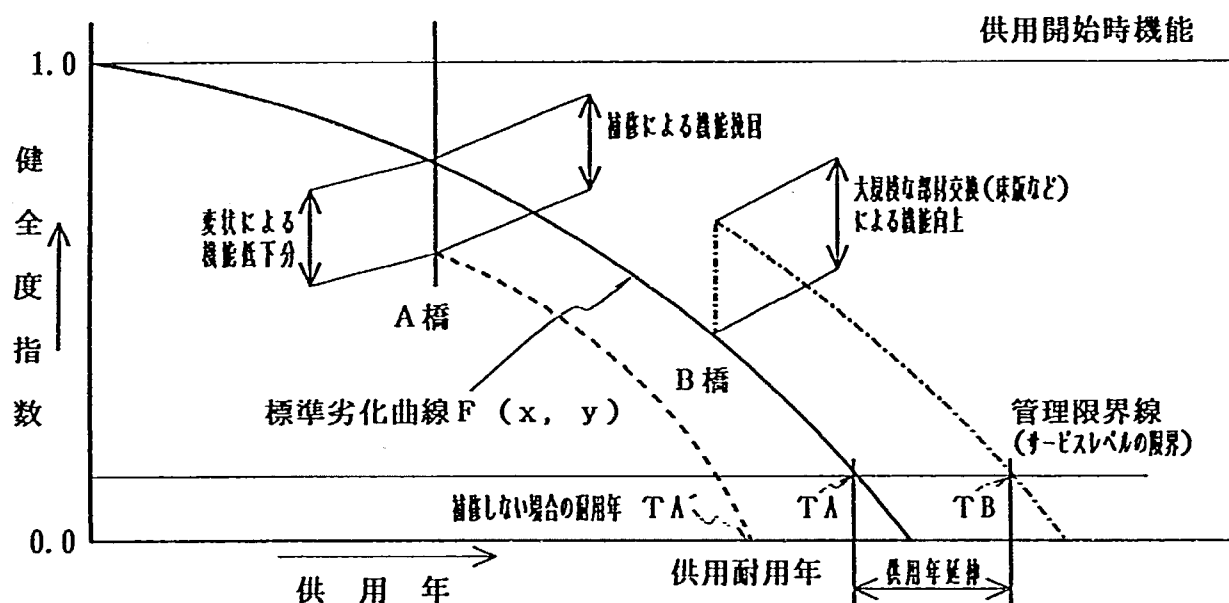


図-5.1.1 [B・M・S] の概念図

この図でみるように、供用年とともに変化する橋の劣化曲線 $F(x, y)$ を経験的、簡易的に想定し、この曲線を基準にして、目視調査による変状に応じて指数を低減させる。逆にある時期に床版等特定部材を新規部材に交換し、耐荷機能向上を図ったときは、その時期から劣化曲線が平行的に上昇する。

この概念図は、橋のサービス水準値を指数換算にして表示することもでき、複数橋梁（橋梁群）の健全度指数を比べて補修の優先順位を判定するだけでなく、補修メニューを参照し、予算計画のための資料に利用することも可能である。

1) 標準劣化曲線

橋梁は、供用開始と共に様々な外力を受けて劣化が始まる。劣化に係わる要因としては設計・施工条件、立地条件、供用環境など多岐に渡り絡み合っている上、各々の橋梁によっても異なる。そのために、標準劣化曲線 $F(x, y)$ の設定は、路線重要度、橋梁形式（主として、材質）など、ある共通項によって括られた橋梁群毎に健全度評価をした結果から定めることが望ましい。

一般に、 $F(x, y)$ に関する劣化要因を挙げると以下のようなになる。

$$F(x, y) = F(x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_m)$$

ここにおいて、

・グルーピングの基準となるような劣化因子～

x_1 : 設計活荷重, x_2 : 大型車交通量, x_3 : 路線の重要度, x_4 : 活荷重,
 x_5 : 材質, x_6 : 構造形式, …その他

・変状によって劣化評価する場合の諸因子 ～

y_1 : 変状ランク, y_2 : 主要部材か否かによるランクの重み付け,
 y_3 : 点検・補修の難易度によるランクの重み付け, y_4 : 経過年数, …その他

しかし、そのようなパラメータを考慮した実証的手段によっても、図-5.1.1に示した如き理想的な関数曲線に沿ったものにはならないように思える。

現実のマネジメントへの利用を考えると、前章でも述べたように橋の供用サービスを目的とした物理的寿命とする等、割り切りを含めた上での模式化が必要となる。

尚、アメリカでも、特定の州では劣化曲線を設定し、残存寿命、将来のライフコストを推定するための資料としている。

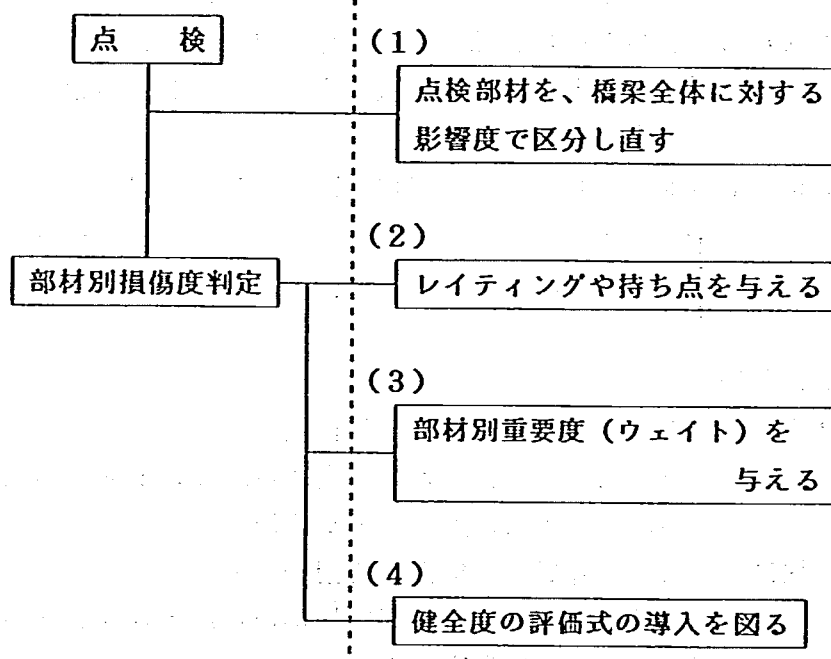
(2) 健全度評価手法についての提案

橋梁の維持管理において最も重要かつ根本的な事柄は、ある時点における橋梁の健全度をより適確に把握することである。

我が国においては、橋梁の各部位毎の変状点検と損傷度評価によって維持管理が為されているのが現状であり、橋梁全体の健全度を評価する手法はない。ここでは、その中から「橋梁点検要領（案）」（昭和63年7月 建設省土木研究所）のうち「定期点検（近接）」分を活用することを念頭に、橋梁全体の健全度評価手法について検討する。

（即応技術の中での項目）

（即応技術項目の再整理）
や付加されるべき項目）



1) 利用点検項目

「要領（案）」の点検項目のうち、変状評価に取り入れる部材区分は、

付属物

上部工，下部工，支承，高欄，防護柵及び地覆，伸縮装置，落橋防止装置，

とし、材料別（鋼，コンクリート）には別個の括りとする他、部位別には上部工を（主桁（構），床組，床版）に分ける。

2) 変状に対するレイティングおよび持ち点、部材のウェイトなど

(a) 損傷レイティングと持ち点

前出の「点検要領（案）」に示されている5段階にわたる部位別損傷度判定区分に、レイティングと持ち点を与えて部材補修の必要性判定基準をイメージすると、

表－5.1.1 損傷度判定

レイティング (例)	損 傷 状 況	持ち点(di)
V (危険)	緊急に補修を要する損傷あり。	5
IV (注意)	重大な損傷あり。(詳細調査)	
Ⅲ (やや注意)	危険ではないが損傷多数(動態観測)	1
II (やや健全)	若干の損傷(記録の必要性)	
I (健全)	損傷無し(点検実施の記録)	0

表－5.1.1 のようになる。ここで、レイティングに対応する持ち点を与えることは、損傷度判定結果を健全度評価につなげることを意味する。

(b) 部位別重要度 (ウェイト)

橋梁を幾つかの部材に分割し、各々の補修難易度や橋梁全体の安全性に及ぼす影響度などを加味して、重要度ランク (ウェイト) をつける。

そのことによって、(a) 項における部位別損傷度判定結果に対する“重要度による加重平均化”を試みる。

表－5.1.2 部位別重要度表

			ω_i
上部工	主 桁		大
	床 組	縦 桁	小
		横 桁	小
	床 版		小
下部工	軀 体		中
	基 礎 工		大
付属工	支 承		小の小
	そ の 他		小の小

3) 橋梁の健全度評価値

2) 項の損傷度判定と部材別重要度を用いて損傷度から橋梁の健全度を評価する。

2) (b) のとおり橋梁を部位分けして、その時の

各部位別損傷度判定の持ち点 d_i ($i = 1 \sim 8$)

各部位別の重要度 w_i ($i = 1 \sim 8$)

表-5.1.3 健全度評価値

部 位		ウ ェ イ ト w_i	健全度評価値
			$U_{ii} = d_i \cdot w_i$
上 部 工	1. 主 桁	中	
	床 組	2. 縦 桁	小
		3. 横 桁	小
	4. 床 版	小	
下 部 工	5. 軀 体	中	
	6. 基 礎 工	大	
付 属 物	7. 支 承	小の小	
	8. そ の 他	小の小	
$\Sigma U_{ii} (i=1 \sim 8)$			

ここで最終的に求められる ΣU_{ii} が、橋梁の損傷点検から求められた健全度評価値であり、主にその時点における橋梁の耐荷力を評価するものと考えられる。

4) 健全度に係わるその他の事項

橋梁が供用されている間には様々な要因によって損傷が生じ、それを実橋調査によって判定し、評価しようというのが前項における ΣU_{ii} である。評価の結果、補修を必要とするものについては手が加えられて、その時における健全度を維持・向上させることになる。しかしながら、自然環境（塩害・雨水他）や交通量などは、その後も断続して橋梁に負荷を与え続け、新たな損傷を発生させる要因となり得る。

そのため、それらを事後の橋梁の耐久性に係わる項目として扱い、大型車交通量を対象として検討を行った。

(a) 大型車交通量の影響

大型車交通量は橋梁変状の要因としても大きく係わるものであるが、それは前項の変状評価によって判断するものとし、ここでは変状は認められなくとも「橋梁の耐久性」に係わる要因として、「疲労の影響」ということで大型車交通量について取り扱う。

大型車両の交通量に対する道路橋示方書（鋼橋編）の記述から、表－5.1.4のように上部工の耐久性への影響度を持ち点として設定する。

表－5.1.4 大型車交通量による耐久性特性

1方向あたりの大型車両の交通量（台／日）	持ち点 γ_i
500未満	小
500以上, 1,000未満	
1,000以上, 2,000未満	
2,000以上	大

(b) 大型車交通量の影響係数

主に上部工への影響が大きいことから、(3)項の損傷度評価を模して影響度を定めるべく次のような影響係数を提案するが、その扱い方については議論の余地があり、健全度の推定式への組み入れに際しては更なる検討が必要である。

表－5.1.5 大型車交通量による影響評価値

部 位		ウェイト ω_i	影響係数 $\lambda_i = \gamma_i \cdot \omega_i$
上 部 工	1. 主 桁	小	
	床 2. 縦 桁	小	
	組 3. 横 桁	小	
	4. 床 版	大	
$\lambda = \frac{\sum \gamma_i \cdot \omega_i (1 \sim 4)}{\sum \omega_i (i = 1 \sim 8)}$			

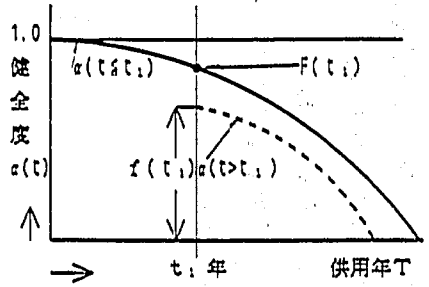
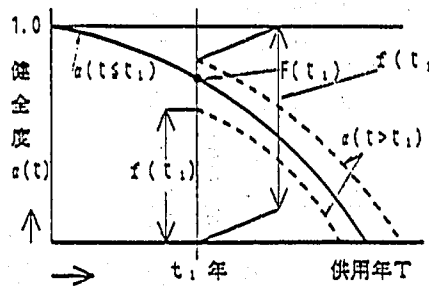
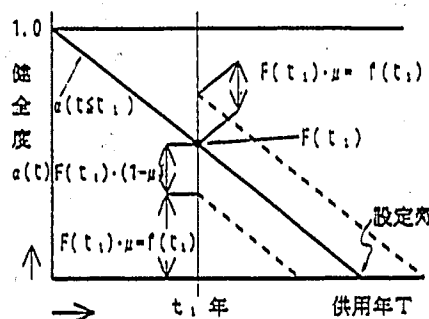
(3) 考えられる標準劣化曲線

橋梁の健全度評価システムおよび標準劣化曲線の概念については5. 1 (1) に示したとおりであり、即応技術を利用した健全度評価手法のイメージについては5. 1 (2) で提案している。

ここでは、各橋梁の健全度評価結果を実際の維持管理で利用する場合に、様々な判断基準（健全度、余寿命予測、補修時期、優先順位など）のもととなる「標準劣化曲線」について整理する。標準劣化曲線の例を以下に示す。

- ・ 実際の損傷度判定データをプロットして定めるタイプ
 - ・ Type I（包絡線型劣化曲線）： ある同一基準における橋梁群に対して、健全度評価し、供用年別にプロットする。それら橋梁群の包絡線となるように劣化曲線を設定する。
 - ・ （将来の健全度の推定式）
 - $F(t)$: 標準劣化曲線の関数
 - $F(t_1)$: 供用 t_1 年後における健全度の関数
 - $f_1(t_1)$: 去用 t_1 年後における、ある橋の健全度評価した関数
 - $t \leq t_1$ の時 $\alpha(t \leq t_1) = F(t)$
 - $t > t_1$ の時 $\alpha(t > t_1) = F(t) - \{F(t_1) - f_1(t_1)\}$
 - のように、 $F(t)$ は理想的劣化曲線の意味を持ち、 $F(t_1)$ 以外は、全ての橋の健全度は $F(t)$ よりも落ち込んだ形となる。
 - ・ Type II（標準劣化曲線）： Type Iと同様にプロットされたデータの平均値となるように、劣化曲線を設定する。
 - ・ （将来の健全度の推定式）
 - $t \leq t_1$ の時 $\alpha(t \leq t_1) = F(t)$
 - $t > t_1$ の時 $\alpha(t > t_1) = F(t) - \{F(t_1) - f(t_1)\}$
 - のように、橋の健全度の良い悪しが判断できる。一方、データのバラツキ具合や偏差値の取り方によっては精度の悪い標準劣化曲線となる。
- ・ 供用開始時の健全度と、寿命の関係に基づいた割り切りで定めるタイプ～
 - ・ Type III（標準劣化曲線）： 過去の橋梁の架替え実績などから寿命を定め、供用開始後の健全度により劣化曲線を設定。
 - ・ （将来の健全度の推定式）
 - $t \leq t_1$ の時 $\alpha(t \leq t_1) = F(t)$
 - $t > t_1$ の時 $\alpha(t > t_1) = F(t) - \{F(t) - f(t) \cdot (1 - \mu)\}$
 - Type IIと同様、橋の健全度の良い悪しが判断出来るが、劣化線や健全度評価式を管理実態に合わせて試行錯誤させる可能性がある。

表-5.1.6 標準劣化曲線の比較

	考えられる劣化曲線	長 所	短 所
実際の損傷度判定データをプロットして定める	Typo I : データ処理により求められる直線型劣化曲線 (健全度の推定式) ・ $\alpha(t \leq t_1) = F(t)$ $\alpha(t > t_1) = F(t) - (F(t_1) - f(t_1))$ 	①データに基づいた曲線となり、設定根拠がしかりしたものとなる。 ②一度定めた曲線は、データ母体の性質が(対象機種、含まれるデータ数)が変わらない限り、大きな試行錯誤を必要としない。	①データの母体を持つ特性による影響が大きく、管理単位毎に形が変わる可能性がある。 ②同じ評価基準になった、数多くのデータを必要とする。 ③理想管理曲線としての性質があるため、管理水準の目安と成り難い。 ④曲線そのものの設定に多くの時間と労力を必要とする。 ⑤①及び②項が満足されても、同じ母体の7年後における曲線形状が変わる可能性がある。
	Typo II : データ処理により求められる標準型劣化曲線 (健全度の推定式) ・ $\alpha(t \leq t_1) = F(t)$ $\alpha(t > t_1) = F(t) - (F(t_1) - f(t_1))$ 	①、② : Type Iに同じ。 ③あるデータ母体に対する標準劣化線としての性質があるため、管理水準の目安と成り易い。 ④補修効果判定にも用いられる。	①～⑤ : Type Iに同じ。 ⑥データのバラツキ具合によっては、精度の悪い標準劣化曲線となる。
	Typo III : 供用開始時健全度と設定寿命とにより割り切りで定めた劣化線 ・ $\alpha(t \leq t_1) = F(t)$ $\alpha(t > t_1) = F(t) - (F(t_1) - f(t_1) \cdot (1 - \mu))$ μ : 健全度評価から決定される低減係数 $\mu = (1 - \frac{U}{U})$ ※健全度評価値 $U = \sum \alpha_i \cdot d_i$ 	①B・M・Sの実現化に向けて容易な手法である。 ②健全度評価式の定め方によっては、標準劣化線としての性質を持つので、管理水準の目安と成り易い。 ③補修効果判定にも用いることが出来る。 ④欠点②の現実と直面しても、実態に沿った形とするのに、多くの手間を要しない。	①主に設定寿命に関連して、標準劣化線そのものの試行錯誤が必要となる可能性が高い。 ②標準劣化線の設定に合わせた形で、健全度評価式を定めることになり、管理実態との相異が生じる可能性がある。

(4) サービス水準

物事一般において、利用者にとっては「サービス水準」が高い方が好ましい。しかしながら、公共施設である「橋梁のサービス水準」を考える場合、それだけを目指すことは困難である。又、公共性とは「より多くの利用者に、より多くの頻度で、より好ましい状況を提供すること。」が一面にある一方、「限られた人々によって、稀れに、あるいは少ない頻度ではあるが日常的に使われること。」も含まれる。

橋梁に当てはめれば、

(前者) : 市街地における幹線国道橋梁、都市内高架橋etc-

(後者) : 山間部僻地に架る橋梁、迂回路のない橋梁etc-

などが例として挙げられよう。

このようにしてみると「橋梁サービス水準」とは、橋梁の持つ3つの寿命（物理的・機能的・経済的）と、その橋梁の立地条件などを考え合わせた上で定まる「管理限界」と云うことが出来よう。

それらの視点から、以下に「サービス水準」に係わる項目を整理してみる。

1) サービス水準に係わる事項

(a) 道路の区別 : 対象橋梁を含む路線全体の重要性による。

(b) 橋梁の立地条件 : ①災害時にも確保出来る可能性のある迂回路が近くにな
い橋梁や緊急避難路上や山間僻地の橋梁のように、地域住
民の生活安全の確保にかけがえのないもの。

② J R、高速国道などの O V で、落橋することでより上位
の道路の機能確保に影響が大なもの。

③交通量の非常に多い道路。

などがあげられよう。

2) サービス水準のランク付け

維持管理面から公共性について考える時、「限られた予算をより有効に用いる。」と
いうことを加味すると、対象橋梁毎のサービス水準（管理限界）に、安全性の時系列変
化をも考慮した上でのランク付けをする必要がある。つまり、サービス水準とは一方
では最低限度の「管理限界線」であり、一方では何らかの判断要素を加味した上で管理
に差をつける 「管理水準（レベル）」であるとも言える。

例えば 1)。(a) 項の道路区分によるサービス水準のランク付けをイメージしてみると、

道路の区別	直轄国道	補助国道	都道府県道
サービス水準	ランクⅠ	ランクⅡ	ランクⅢ

のようになる。同様にして(b)項についても道路の区別を下にサービス水準をランク付けすることが出来よう。但し、今回整備を進めようとしているB・M・Sは直轄事務所が対象であり、当面ここに言うサービス水準のランク付けを考慮する必要はないが、§5の補修優先順位の決定方法の部分で、若干観点を変えて管理水準として検討をしている。

5. 2 健全度評価の位置付け

(1) 橋梁マネージメントシステムにおける健全度評価の位置付け

橋梁の維持管理の全体システムを概念的に表わすと下図のとおりである。

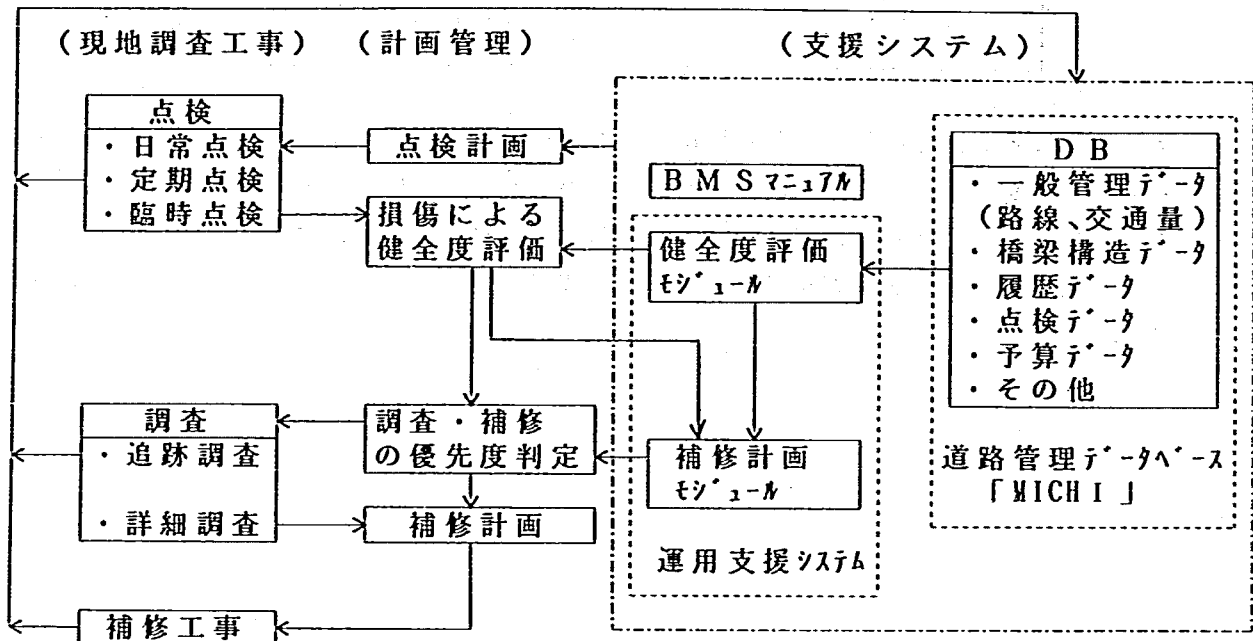


図-5.2.1 橋梁の維持管理の全体システム概念図

欧米では、膨大な予算を投じて、この全体システムをBMS(Bridge Management System)として構築し、実施している国もあるが、我が国は、支援システムをシステムチックにBMSとして運用するまでには至っていないのが現状である。建設省は、道路管理データベース「MICH I」の中に橋梁の諸元、履歴、点検データ等を記録し、その状況を必要に応じて取り出せるシステムまでを有している。「MICH I」のデータを有効に利用することにより、橋全体としての健全度評価、補修対策の優先度をある程度機械的に参考データとして判定できる運用支援システムができれば便利である。健全度評価モジュール(および継続して検討すべき補修計画モジュール)は、この運用支援システムの根幹をなすものである。

(2) 本調査研究における健全度評価

橋梁の健全度は、一般に主桁、床組、床版等構成部材ごとの損傷度、耐荷性から診断・評価されている場合が多い。

我が国においても、各関係機関が個別に健全度判定区分(A,B,C,……,または、1,2,3,……等)を設定し、診断・評価がなされている。

建設省でもこれまでは、各地建間で判定区分が統一されていなかったが、最近土木研究所の「橋梁点検要領(案)S.63.7」に統一されようとしている。この点検要領(案)は、次ページに示す点検の流れと損傷度判定標準(I、II、III、IV、OK)に従い、部材ごとの各種損傷のパターン、深さ、拡がりから健全度のレイティングが決定される仕組みになっている。

ただし、損傷が著しく交通の安全確保の支障となる恐れがあるレイティングIについては、道路管理者、点検技術者の判断で決定することになっている。

一方、橋の構成部材の健全度評価のみならず、橋全体としての健全度評価を行っておくと便利な場合がある。

橋全体としての健全性をマクロに把握、橋梁群の中での健全度の位置付けを行うとともに、要注意喚起、補修対策の優先順位決定および予算管理等に利用できるからである。

橋全体の健全度評価は今迄それ程重視されなかったが、アメリカのペンシルバニア州はじめ特定の州では橋梁の機能も含めた健全度の評価が行われており、我が国においてもこの種の方法を採用する気運が高まってきている。

本調査・研究でもBMSを橋梁群の健全度の位置付けを行うものとして把握、点検要領(案)におけるレイティングを用いて橋全体の健全度評価を行う。

建設省土木研究所橋梁点検要領（案）での点検の流れ

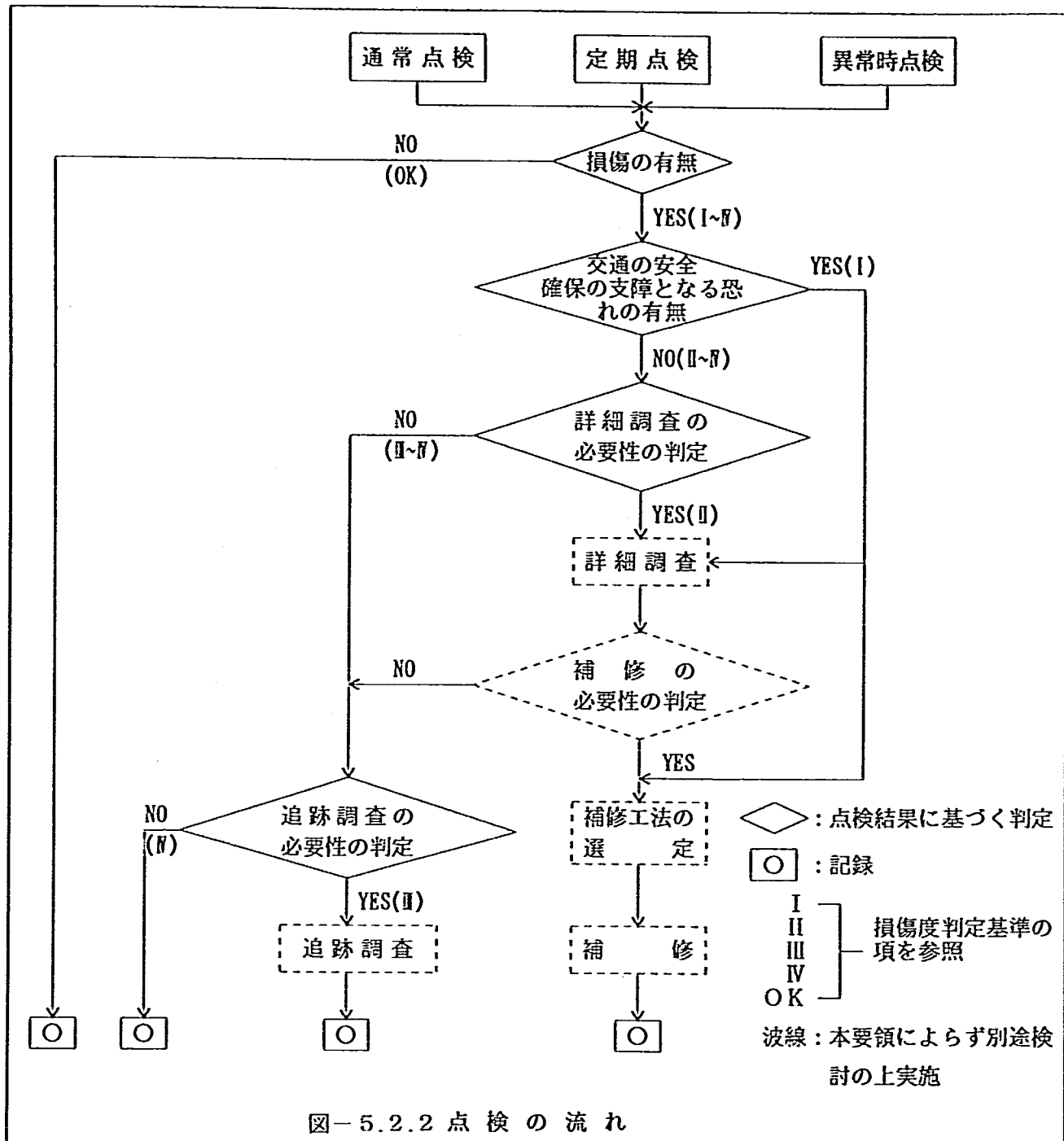


表-5.2.1 損傷度判定標準

判定区分	
I	損傷が著しく、交通の安全確保の支障となる恐れがある。
II	損傷が大きく、詳細調査を実施し補修するかどうかの検討を行う必要がある。
III	損傷が認められ、追跡調査を行う必要がある。
IV	損傷が認められ、その程度を記録する必要がある。
O.K	点検の結果から、損傷は認められない。

表一 5.2.2(1) 土木研究所資料 点検要領(案)における損傷及びレイチング(その1)

部 材 区 分			記 号	損 傷 の 種 類	位置あるいはハナリ-ツX	深 さ Y		鉋 が り Z	
上 部 工	鋼	主 桁	M _s	1 腐 食	—	断面欠損 (大)	表面さび	全体的 Ⅱ	局部的 Ⅱ
							(小)	Ⅱ	Ⅲ
				2 亀 裂	—	亀裂がある	Ⅱ	—	
				3 ゆ る み	—	—	—	数が多い Ⅱ	数が少ない Ⅳ
				4 脱 落	—	—	—	数が多い Ⅱ	数が少ない Ⅲ
				5 破 断	—	破断がある	Ⅱ	—	
				6 塗装劣化	—	塗装ハガレ (大)	塗装変色	全体的 Ⅲ	局部的 Ⅳ
							(小)	Ⅳ	OK
				23 異 常 音	—	異常音がある	Ⅱ	—	—
				24 異常振動	—	異常振動がある	Ⅱ	—	—
				25 異常たわみ	—	異常にたわみがある	Ⅱ	—	—
				26 変 形	—	著しい変形 変形がある	Ⅱ Ⅳ	—	
		横 桁 縦 桁 対 傾 構 横 構 床 版	C _s S _s S _w L _s D _s	1 腐 食	—	断面欠損 (大)	表面さび	全体的 Ⅱ	局部的 Ⅱ
							(小)	Ⅱ	Ⅲ
				2 亀 裂	—	亀裂がある	Ⅱ	—	
				3 ゆ る み	—	—	—	数が多い Ⅱ	数が少ない Ⅳ
				4 脱 落	—	—	—	数が多い Ⅱ	数が少ない Ⅲ
				5 破 断	—	破断がある	Ⅱ	—	
				6 塗装劣化	—	塗装ハガレ (大)	塗装変色	全体的 Ⅲ	局部的 Ⅳ
							(小)	Ⅳ	OK
				26 変 形	—	著しい変形 変形がある	Ⅱ Ⅳ	—	
	コン ク リ ー ト	主 桁	Mc	7 ひびわれ	大	幅 大	—	最小間隔 小 Ⅱ	最小間隔 大 Ⅱ
						幅 中	—	Ⅲ	Ⅲ
						幅 小	—	OK	OK
					小	幅 大	—	Ⅱ	Ⅲ
						幅 中	—	Ⅳ	Ⅳ
						幅 小	—	OK	OK
				8 剥離、鉄筋露出	—	鉄筋露出	—	損傷面積 大 Ⅱ	損傷面積 小 Ⅲ
						剥離のみ	—	Ⅲ	Ⅳ
				9 遊離石灰	—	—	—	発生面積 大 Ⅱ	発生面積 小 Ⅲ
				10 豆板、空洞	—	鉄筋露出	—	発生面積 大 Ⅱ	発生面積 小 Ⅲ
						露出せず	—	Ⅲ	Ⅳ
				13 鋼板接着部の損傷	—	損 傷 大	Ⅱ	—	
						損 傷 小	Ⅲ	—	
				21 変色、劣化	—	—	—	全体的 Ⅲ	局部的 Ⅳ
				22 漏水、滲水	—	漏水、滲水がある	Ⅱ	—	—
				24 異常振動	—	異常振動がある	Ⅱ	—	—
				25 異常たわみ	—	異常たわみがある	Ⅱ	—	—
				32 欠 損	—	欠損が著しい 欠損がある	Ⅱ Ⅳ	—	

表一 5.2.2(2) 土木研究所資料 点検要項(案)における損傷及びレイチング(その2)

部 材 区 分			記 号	損 傷 の 種 類	位置あるいはハナツX	深 さ Y	弛 が り Z	
上 部 工	コ ン ク リ ー ト	横 桁 縦 桁	Cc	7 ひびわれ	大	横 大	最小間隔 小	最小間隔 大
						横 中	Ⅱ	Ⅱ
						横 小	Ⅲ	Ⅲ
					小	横 大	OK	OK
						横 中	Ⅱ	Ⅲ
						横 小	Ⅳ	Ⅳ
			Sc	8 剥離、鉄筋露出	—	鉄筋露出	発生面積 大	発生面積 小
						剥離のみ	Ⅱ	Ⅲ
						—	Ⅳ	Ⅳ
				9 遊離石灰	—	—	発生面積 大	発生面積 小
						—	Ⅱ	Ⅲ
						—	Ⅳ	Ⅳ
			Dc	10 豆板、空洞	—	鉄筋露出	発生面積 大	発生面積 小
						露出せず	Ⅱ	Ⅲ
						—	Ⅳ	Ⅳ
				13 鋼板接着部の損傷	—	損 傷 大	Ⅱ	—
						損 傷 小	Ⅲ	—
						—	—	—
			Dc	21 変色、劣化	—	—	全体的	局部的
						—	Ⅲ	Ⅳ
						—	—	—
				22 漏水、滲水	—	漏水、滲水がある	Ⅱ	—
						—	—	—
						—	—	—
下 部 工	鋼 構 造 体	橋 脚 部	P ₁	14 床版ひびわれ	二方向 (大)	錆 汁 (大)	最小間隔 小	最小間隔 大
						漏 水 (中)	Ⅱ	Ⅲ
						ひびわれのみ (小)	Ⅲ	Ⅳ
					一方向 (小)	錆 汁	Ⅲ	Ⅲ
						漏 水	Ⅳ	Ⅳ
						ひびわれのみ	Ⅳ	Ⅳ
				21 変色、劣化	—	—	全体的	局部的
						—	Ⅲ	Ⅳ
						—	—	—
				22 漏水、滲水	—	漏水、滲水がある	Ⅱ	—
						—	—	—
						—	—	—
				1 腐 食	—	断面欠損 (大)	全体的	局部的
						表面さび (大)	Ⅱ	Ⅲ
						表面さび (小)	Ⅲ	Ⅳ
				2 亀 裂	—	亀裂がある	Ⅱ	—
						—	—	—
						—	—	—
				3 ゆ る み	—	—	数が多い	数が少ない
						—	Ⅱ	Ⅳ
						—	Ⅲ	Ⅳ
				4 脱 落	—	—	数が多い	数が少ない
						—	Ⅱ	Ⅲ
						—	Ⅳ	OK
				5 破 断	—	破断がある	Ⅱ	—
						—	—	—
						—	—	—
				6 塗装劣化	—	塗装ハガレ (大)	全体的	局部的
						塗装変色 (大)	Ⅲ	Ⅳ
						塗装変色 (小)	Ⅳ	OK
				23 異 常 音	—	異常音がある	Ⅱ	—
						—	—	—
						—	—	—
				26 変 形	—	変形がある	Ⅱ	—
						—	—	—
						—	—	—

表一 5.2.2(3) : 本研究所資料 点検要領 (案) における損傷及びレイチング (その3)

部 材 区 分			記 号	損 傷 の 種 類	位置あるいはハナツク	深 さ Y		綻 が り Z	
下 部 工	コ ン ク リ ー ト	橋脚躯体	Pc	7 ひびわれ	大	幅 大	II	最小間隔 小	最小間隔 大
						幅 中	III		
						幅 小	OK		
					小	幅 大	II		III
						幅 中	IV		IV
						幅 小	OK		OK
				8 剥離、鉄筋露出	—	鉄筋露出	II	損傷面積 大	損傷面積 小
						剥離のみ	III		IV
				9 遊離石灰	—	—	発生面積 大	発生面積 大	発生面積 小
				10 豆板、空洞	—	—	II		III
						鉄筋露出	発生面積 大	発生面積 大	発生面積 小
						露出せず	II		II
		橋台躯体	Ac	11 すりへり、浸食	—	鉄筋露出	III		IV
						露出せず	発生面積 大	発生面積 大	発生面積 小
						—	II		III
				21 変色、劣化	—	—	全体的	局部的	
				22 漏水、滲水	—	漏水、滲水がある	III	IV	
							—	—	
	基 礎	F。	F。	32 欠 損	—	欠損が著しい	II		
						欠損がある	IV		
				28 沈 下	—	著しい沈下	II		
						沈下がある	III		
				29 移 動	—	著しい移動	II		
						移動がある	III		
				30 傾 斜	—	著しい傾斜	II		
						傾斜がある	III		
				31 洗 掘	—	洗掘が著しい	II		
						洗掘がある	III		
						—	—		
支 承 体	本 鋼	B。	B。	1 腐 食	—	断面欠損	II	全体的	局部的
						(大)	II		II
				2 亀 裂	—	(小)	II		III
						—	II		II
				3 ゆ る み	—	—	数が多い	数が多い	数が多い
				4 脱 落	—	—	II	IV	III
						—	II		III
				5 破 断	—	破断がある	II		
				6 塗装劣化	—	塗装ハガレ	全体的	局部的	
						(大)	III	IV	OK
				22 漏水、滲水	—	(小)	IV		
						漏水、滲水がある	II		
	ゴ ム	B。	B。	26 変 形	—	変形がある	II		
						変形がある	IV		
				27 土砂詰り	—	土砂詰りがある	II		
				28 沈 下	—	著しい沈下	II		
						沈下がある	III		
				29 移 動	—	著しい移動	II		
						移動がある	III		
				30 傾 斜	—	著しい傾斜	II		
						傾斜がある	III		
				21 変色、劣化	—	—	全体的	局部的	
				22 漏水、滲水	—	漏水、滲水がある	III	IV	
							—	—	
	ゴ ム	B。	B。	26 変 形	—	変形がある	II		
						変形がある	IV		
				27 土砂詰り	—	土砂詰りがある	II		
				32 欠 損	—	欠損が著しい	II		
				32 欠 損	—	欠損がある	IV		

5. 3 健全度評価手法の検討

(1) 評価手法の概要

1) 着目範囲

一般に橋梁の供用性に関する健全度は、死活荷重や台風・地震等の自然荷重に対する耐荷性からみた健全度と幅員・クリアランス・走行性等の使用機能性からみた健全度とからなる。

本業務で扱う橋梁の健全度は、前者のみを対象とし、点検調査結果から既に発生している橋梁構成部材の損傷度合を総合的に加味した橋全体としての耐荷性の評価を行うものとする。

日本で行われている橋梁の点検調査は、日常点検、定期点検、臨時・詳細点検があるが、ここでは、多数の橋梁で実施されている定期点検における各部材の損傷パターンと損傷程度の調査結果を用いるものとする。具体的には『建設省土木研究所資料、橋梁点検要領（案）S.63.7』（以下点検要領案と呼ぶ）での定期点検（近接）の調査結果を利用することを前提とする。上記の点検結果利用の観点からすれば、主として死・活荷重に対する耐荷性に着目した健全度評価システムということがいえる。

橋梁の構成部材は、①主部材と②2次部材に分けられており、供用性からみた場合には、①耐荷力に直接関係する部位（部材）②車両走行に直接関係する部位③その他、付属する部材で2次的機能欠陥・災害に関係する部位に分けられる。本業務では、主部材で耐荷力に直接関係する部位を対象とした評価方法を立案するものとする。これら部位の評価方法が立案できれば、その他の部位の評価も従属的に可能となる。

ここでとりあげる健全度評価は、点検調査における損傷度を利用するため、現時点での耐荷性を意味していることになる。

将来の健全度については、次年度以降、既設橋梁の点検データをもとに劣化曲線（パフォーマンス曲線）を作成して、健全度評価指標の変化を予測することによって行うものとする。この曲線は、効率的な補修計画のためにも利用できる。

2) 健全度評価手法

健全度評価手法としては種々の方法が考えられる。本調査研究では減点法と加重平均法について検討を行った。

減点法は、健全な状態から各部位の損傷状態に応じて、減点を行うもので、主要部材の減点が全体の減点に直接的に影響する特徴をもつものである。

加重平均法には、平均の仕方により加重算術平均と加重幾何平均の2つの方法がある。いずれの方法も用い方に難点がある。本調査研究では、評価式として減点法を用いた場合について具体的に検討し、加重平均法については、その計算手法を例示するにとどめた。

なお、〇〇橋と呼ばれて1橋扱いの橋でも、下図のように複数の橋種を有する場合がある。この場合は同一橋種ごとにそれぞれの健全度判定を行い、最も健全度の低い橋種をその橋の健全度評価値とする。下部工については、橋脚、橋台の躯体と橋脚及び橋台基礎の損傷が最大のものを代表させるものとする。

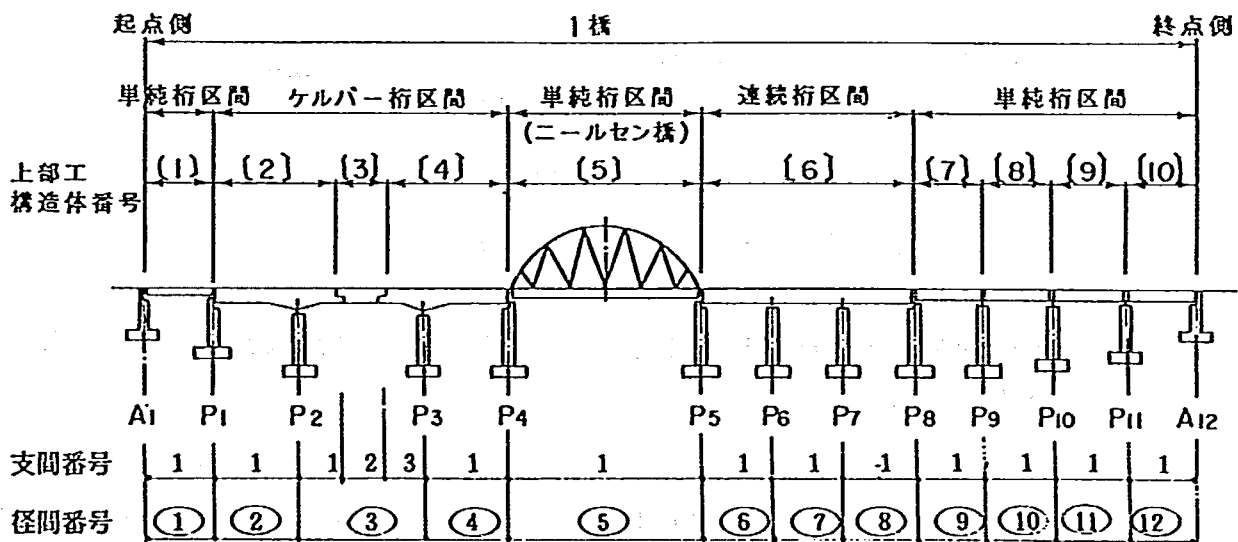


図-5.3.1 複数橋種の場合

(2) 加重平均による健全度評価

1) 評価方法

一般的な総合評価で採られている数学的な方法^{*1)}を以下に紹介する。

評価項目 $u_i (i=1, n)$ が複数あって、これらを総合して1つの評価 U を下すものとする、 U は u_i の関数 $U = \phi(u_i)$ で表わすことができる。本来、各評価項目は異質な要素を含んでいる場合が多く、単位を揃えるため基準量で除して無次元化させる必要がある。一般の場合よく用いられる方法に、各項目の重み(ウェイト)を加味する加重平均法がある。

$$U = \sum \frac{u_i}{u_{i0}} \cdot w_i / \sum w_i \quad (i=1, n) \quad (\text{加重算術平均}) \cdots (1)$$

$$U = \sum w_i \sqrt{\left(\frac{u_i}{u_{i0}}\right)^{w_i}} \quad (i=1, n)$$
$$= \sum w_i \sqrt{\left(\frac{u_1}{u_{10}}\right)^{w_1} \cdot \left(\frac{u_2}{u_{20}}\right)^{w_2} \cdots \left(\frac{u_n}{u_{n0}}\right)^{w_n}} \quad (\text{加重幾何平均}) \cdots (2)$$

ここに、 u_i : 各項目の評価値

u_{i0} : 各評価値に対する基準値

$\frac{u_i}{u_{i0}}$: 無次元化された各項目の評価値

w_i : 各評価項目に対するウェイト

ウェイトの総和 $\sum w_i = 1$ になるように決めると、(1), (2)式はより簡単化され次式のようになる。

$$U = \sum \frac{u_i}{u_{i0}} \cdot w_i \quad (i=1, n) \quad \cdots \cdots \cdots (1)'$$

$$U = \left(\frac{u_1}{u_{10}}\right)^{w_1} \cdot \left(\frac{u_2}{u_{20}}\right)^{w_2} \cdots \left(\frac{u_n}{u_{n0}}\right)^{w_n} \quad \cdots \cdots \cdots (2)'$$

(1), (1)' 式は、 u_i の中に 0 のものがあったとしても U は 0 とならないが、(2), (2)' 式は U が 0 となる。個別評価項目が総合評価に対して累加的な場合は前者を選び、必要不可欠の要素の場合は後者を選ぶことになる。

*1) 近藤次郎 オペレーションズリサーチ 日科技連

2) 健全度評価の手順（加重算術平均法の場合）

加重算術平均を用いた健全度評価の手順は、図-5.3.2に示すとおりである。

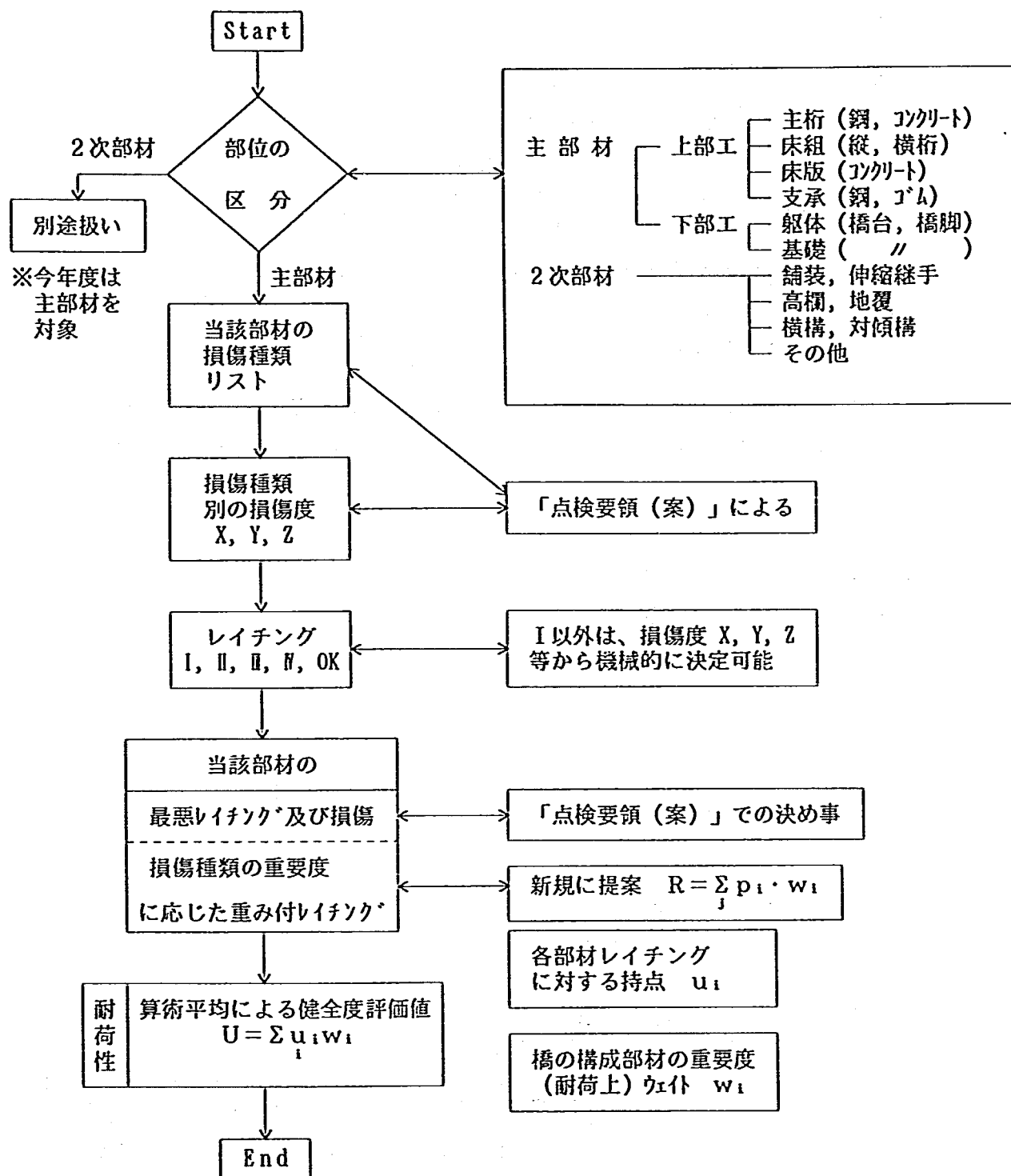


図-5.3.2 健全度評価の手順

3) レイティング、ウェイトの考え方と例（算術平均）

・耐荷性評価方法の例（その1）

① 損傷度レイティングの持点 u を決める。

表-5.3.1

判定区分	一般的状況	持点
I	損傷が著しく、交通の安全確保の支障となる恐れがある。	0
II	損傷が大きく、詳細調査を実施し補修するかどうかの検討を行う必要がある。	4
III	損傷が認められ、追跡調査を行う必要がある。	7
IV	損傷が認められ、その程度を記録する必要がある。	9
OK	点検の結果から、損傷は認められない。	10

注) 各部材の損傷度（位置・パターンX, 深さY, 拡がりZ）に応じて、部材ごとの損傷度は一義的に判定される（土研、点検要領案）。

② 構成部材の耐荷上の重要度ウェイト w を決める。

主部材 (1.0)	上部工 (0.6)	主桁	(0.5)	(1.0)
		床組（縦桁, 横桁）	(0.15)	
		床版	(0.25)	
		支承	(0.1)	
	下部工 (0.4)	躯体	(0.4)	(1.0)
		基礎	(0.6)	

③ 耐荷性評価値 U を算出する。

$$U = \sum_i u_i \cdot w_i \quad (i=1, n) \quad n: \text{部材数}$$

(例)

表-5.3.2

部 位	上 部 工				下 部 工	
	主 桁	床 組	床 版	支 承	軀 体	基 礎
損 傷 度 レイティング	OK	Ⅲ	Ⅱ	Ⅳ	Ⅳ	OK
持 点 u_i	10	7	4	9	9	10
ウエイト w_i	0.5	0.15	0.25	0.1	0.4	0.6
耐 荷 性 評 価 値 U	$U_u = 10 \times 0.5 + 7 \times 0.15 + 4 \times 0.25 + 9 \times 0.1 = 7.95$				$U_s = 9 \times 0.4 + 10 \times 0.6 = 9.6$	
橋全体の評価値 $U = U_u \cdot W_u + U_s \cdot W_s$ $= 7.95 \times 0.6 + 9.6 \times 0.4 = 8.6$						

耐荷性評価方法の例（その２）

①構成部材に耐荷上の持点 ν を与える。

主部材 (100)	上部工 (60)	主桁	(30)
		床組（縦桁，横桁）	(10)
		床版	(15)
		支承	(5)
	下部工 (40)	躯体	(15)
		基礎	(25)

②損傷レイティングに耐荷性の低減係数 γ を与える。

表－5.3.3

判定区分	一般的状況	低減係数
I	損傷が著しく、交通の安全確保の支障となる恐れがある。	0.0
II	損傷が大きく、詳細調査を実施し補修するかどうかの検討を行う必要がある。	0.5
III	損傷が認められ、追跡調査を行う必要がある。	0.7
IV	損傷が認められ、その程度を記録する必要がある。	0.9
OK	点検の結果から、損傷は認められない。	1.0

③耐荷性評価値 V を算出する。

$$V = \sum_i \nu_i \cdot \gamma_i \quad (i=1, n) \quad n: \text{部材数}$$

（例）

表－5.3.4

部 位	上 部 工				下 部 工	
	主 桁	床 組	床 版	支 承	軀 体	基 礎
損 傷 度 レイティング	OK	Ⅲ	Ⅱ	Ⅳ	Ⅳ	OK
持 点 ν_i	30	10	15	5	15	25
低減係数 γ_i	1.0	0.7	0.5	0.9	0.9	1.0
耐 荷 性 評 価 値 V	$V_u = 30 \times 1.0 + 10 \times 0.7 + 15 \times 0.5 + 5 \times 0.9 = 49.0$				$V_s = 15 \times 0.9 + 25 \times 1.0 = 38.5$	
橋 全 体 の 評 価 値 $V = V_u + V_s = 49.0 + 38.5 = 87.5$						

4) レイティング、ウェイトの考え方細目

① 損傷の種類に応じた重み付けレイティング

点検要領（案）によれば、部材別の損傷度の判定をする際、1部材に複数の種類の損傷がある場合には、損傷の種類ごとの判定結果（I～OK）のうち、最悪の判定区分となる損傷判定結果をその部材の判定結果としている。

この方法によれば、損傷の種類別の軽重及び複数損傷の効果が表現されない惧れがある。そこで、各部材の損傷度レイティングとして、最悪の判定区分となる判定結果とともに、損傷の種類に応じた重みを加味した判定結果も算出することも考えられる。

例えば、コンクリート床版（近接）の損傷判定を例示すると以下の通りである。

表-5.3.5 コンクリート床版の損傷判定例

損傷の種類		損傷種類のウェイト (w_j)	例(1)		例(2)	
			レイティング [*]	持点 (p_j)	レイティング [*]	持点 (p_j)
8	剥離・鉄筋露出	0.10	Ⅳ	9	Ⅳ	9
9	遊離石灰	0.05	Ⅲ	7	Ⅲ	7
10	豆板・空洞	0.10	Ⅳ	9	Ⅳ	9
12	抜け落ち	0.30	OK	10	OK	10
13	鋼板接着部の損傷	0.15	OK	10	OK	10
14	床版ひびわれ	0.20	Ⅱ	4	Ⅳ	9
21	変色・劣化	0.05	Ⅳ	9	Ⅳ	9
22	漏水・滞水	0.05	Ⅲ	7	Ⅱ	4
合計 $Q = \sum_j p_j w_j$ (損傷平均点)		1.00	$Q = 8.25$		$Q = 9.10$	
複数損傷の補正		$u = p_{min} \frac{Q}{10} = 3.30$				$u = 3.64$

②該当部材が存在しないときの重要度ウェイトの再配分

橋梁主部材は上部工，下部工に分かれ、さらに上部工は主桁，床組，床版，支承から構成されるとしたが、該当部材が存在しない場合がある。コンクリート床版橋は床版と支承のみからなる。このような場合、次式で重要度ウェイトの配分補正を行うものとする。

$$w'_i = w_i \left(1 + \frac{w^*}{\sum w_i (=1.0) - w^*} \right)$$

ここに、 w'_i ： 補正後のウェイト

w_i ： 当初に設定した各部材のウェイト

w^* ： 存在しない部材の当初設定ウェイトの合計

例えば、床版橋の場合にあてはめると

当初設定ウェイト

補正後ウェイト

主桁	0.5	} 0.65
床組	0.15	

床版 0.25

$$w' = 0.25 \left(1 + \frac{0.65}{1.0 - 0.65} \right) = 0.71$$

支承 0.1

$$w' = 0.1 \left(1 + \frac{0.65}{1.0 - 0.65} \right) = 0.29$$

5) 加重平均法による健全度評価試算

① 損傷レイティング

試算モデルとして下記の7橋を設定する。モデル橋は、過去に他の機関で点検されたものである。点検結果は主要部材についてのみ損傷レイティングが与えられており、各部材ごとの損傷状況に応じた損傷レイティングは与えていない。

よって、試算では主要部材の損傷レイティングを用いて行った。

表-5.3.6 モデル橋の損傷レイティング

	上部工				下部工		経過 年数
	主桁	床組	床版	支承	躯体	基礎	
A 橋	OK	OK	OK	IV	II	OK	20
B 橋	OK	OK	III	OK	OK	OK	22
C 橋	OK	OK	IV	III	OK	OK	23
D 橋	IV	IV	IV	OK	OK	OK	25
E 橋	OK	OK	IV	IV	OK	IV	21
F 橋	IV	OK	III	OK	OK	IV	24
G 橋	OK	OK	IV	OK	OK	OK	28

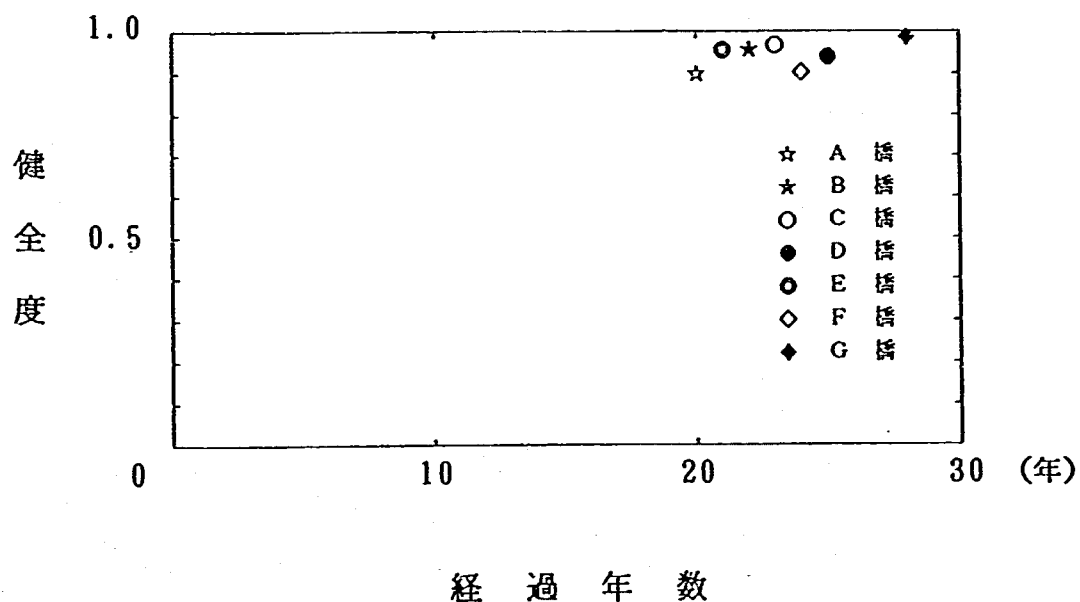
②健全度評価結果

耐荷性評価方法の例（その１）に従って健全度を求めると、下表の通りである。

表－5.3.7 健全度評価結果

	上部工					下部工			U
	主桁	床組	床版	支承	U ₁	躯体	基礎	U ₂	
A橋	10.00	10.00	10.00	9.00	9.90	4.00	10.00	7.60	8.98
B橋	10.00	10.00	7.00	10.00	9.25	10.00	10.00	10.00	9.55
C橋	10.00	10.00	9.00	7.00	9.45	10.00	10.00	10.00	9.67
D橋	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	10.00	10.00	10.00	9.40
E橋	10.00	10.00	9.00	9.00	9.65	10.00	9.00	9.40	9.55
F橋	9.00	10.00	7.00	10.00	8.75	10.00	9.00	9.40	9.01
G橋	10.00	10.00	9.00	10.00	9.75	10.00	10.00	10.00	9.85

	A橋	B橋	C橋	D橋	E橋	F橋	G橋
経過年数	20	22	23	25	21	24	28



図－5.3.3 健全度算定結果

評価結果を縦軸にとり、経過年数を横軸にとって健全度と経過年数の関係を図-5.3.3に示す。

表-5.3.3 図-5.3.3より、加重平均（算術平均）による評価結果はほぼ一定値であり、損傷に応じた変化が少ない結果となっている。

また、これは経過年数に伴う変化が少ない場合のものであり、ウエイトの大きい部材が健全であるため、損傷の激しい部材の劣化が全体の加重平均値に影響を及ぼさない傾向を示している。

(3) 減点法による健全度評価

1) 評価方法

本評価手法は、橋梁がその機能を完全に有している状態の持点から、機能低下の状況に応じて減点数を与え、残りの点数によって橋梁の健全度を評価するものである。

アメリカ・ペンシルバニア州では、橋梁の欠陥（Deficiency）点を耐荷性（耐荷力、床版、上・下部工、残存寿命）と機能性（幅員、上・下クリアランス、水路、取付道路）の両面から算定し、グループごとに段階を追って統合していき、合計の欠陥点をその橋の総減点数としている。

ここで取り上げる減点法による評価手法は、耐荷機能のみに着目し、橋の耐荷機能に関係する代表部位（主桁、床版、床組、支承、下部工）の損傷度を減点対象として、部材グループごと、上下部工ごとの減点統合を行い、橋全体の総減点数から健全度の評価を行うものである。減点の統合方法は下表の如く、各部材の最大減点を定めておき、部材の損傷パターンによる減点の和 d を算出して順次統合していくものである。各統合の際にもそれぞれ最大値を定めておき、最終的に橋全体統合の減点の最大値を 100 とする。

減点の程度は、点検要領案で決められた部位ごとの損傷ランク（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、OK）によって決定されるものとする。

表-5.3.8 減点の統合

部 位			最大減点数	第 1 統 合	第 2 統 合	上下部統 合	橋全体統 合
上 部 工	主 桁		d_{Mmax}	$\Sigma d \leq$ d_{11max}	同 左	$\Sigma d \leq$ d_{31max}	$\Sigma d \leq$ d_{41max}
	支 承		d_{Bmax}				
	床 組	縦桁	d_{Smax}	$\Sigma d \leq$ d_{12max}	$\Sigma d \leq$ d_{21max}		
		横桁	d_{Cmax}				
	床 版		d_{Dmax}	$d_D \leq$ d_{Dmax}			
下 部 工	軀 体	橋台	d_{Amax}	$\Sigma d \leq$ d_{13max}	$\Sigma d \leq$ d_{22max}	同 左	
		橋脚	d_{Pmax}				
	基 礎		d_{Fmax}	$d_F \leq$ d_{Fmax}			
合 計 (max)							

注) $d_M, d_B, \dots, d_{max}$: 各部位の最大減点数

Σd : 統合する部位の減点数の合計

d_{ijmax} : 統合したときの減点数の上限値

2) 健全度評価の手順

減点法による健全度評価の手順を次ページのフローチャートに示す。

以下にこの手順について簡単に述べる。

① 着目する部位は、耐荷性に関係する主部材とする。

すなわち、上部工は、主桁、床組（縦桁、横桁）、床版、支承（便宜的に上部工に含める）に区分し、下部工は躯体（橋台、橋脚）基礎に区分する。

② 点検要領案による当該部材の損傷分数に従い、その損傷度 X, Y, Z から一義的に損傷レイティングⅡ, Ⅲ, Ⅳ, OKを決定する。但し、損傷レイティングⅠは道路管理者、点検者の判断とする。

③ 各部材の損傷パターンごとの最悪レイティングⅠの場合の減点数とレイティングⅡ, Ⅲ, Ⅳ, OKの場合の減点の低減率を予め決定しておく。

④ 損傷種類別のレイティングに応じた減点数の合計を部材ごとに算出する。

但し、当該部材の最大減点数を越えないものとする。

⑤ 減点統合法に従って、上下部工ごと及び橋全体の総減点数（ Σd ）を算出する。

⑥ 無損傷状態の持点から総減点数を減じた値を健全度評価値とする。

（持点100の場合、健全度評価値 $U = 100 - \Sigma d$ ）

減点法による健全度評価方法を以下に例示する。

健全度評価の手順（減点法の場合）

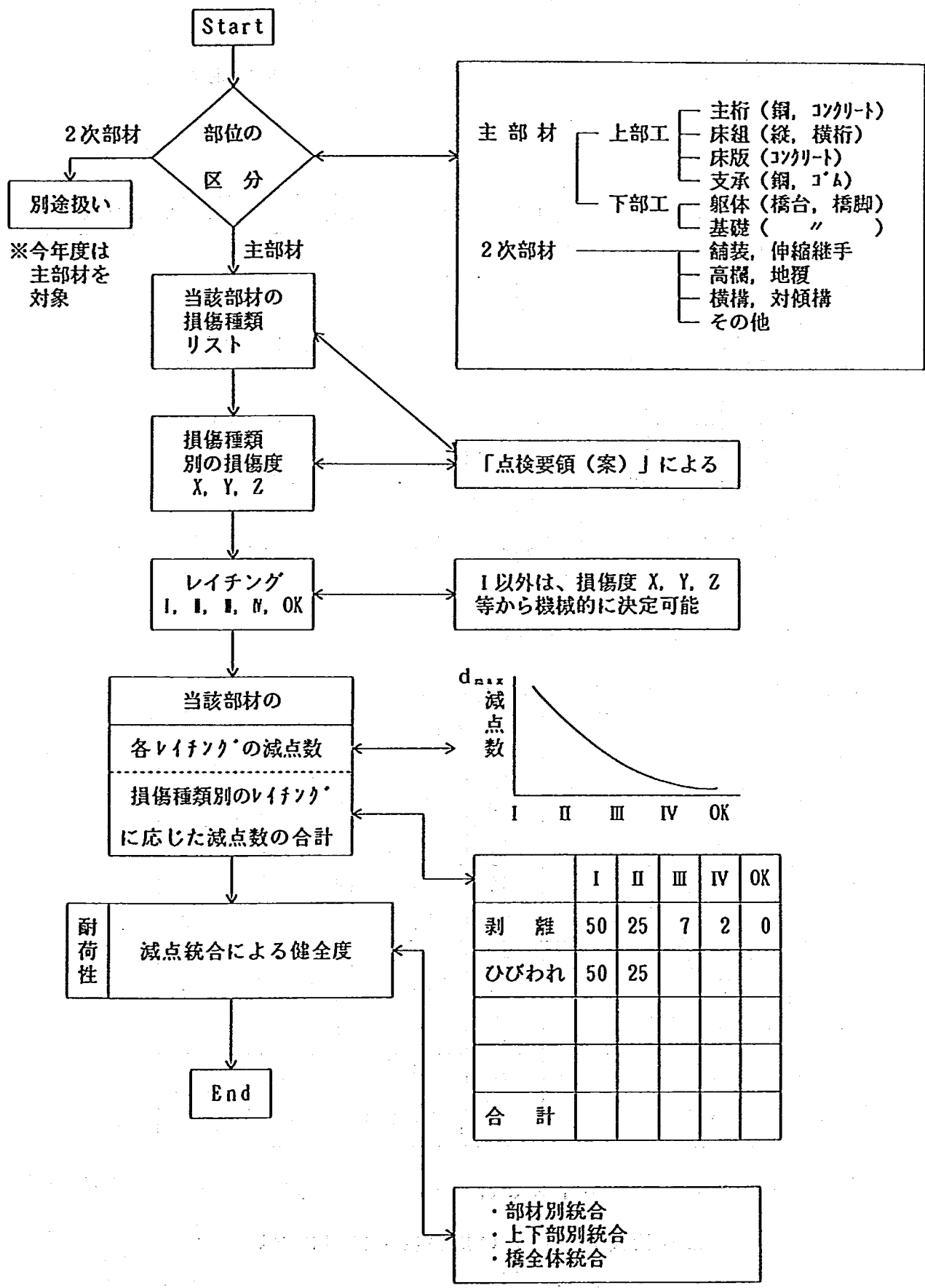


図-5.3.4 健全度評価の手順

耐荷性評価方法の例（減点法案）

①構成部材の損傷による最大欠陥数（減点数）を設定する。

②部材の統合、上下部工の統合による減点数の上限値を設定する。

（橋全体の最大減点数100）

（例）

表-5.3.9

部 位			最大減点数	第 1 統 合	第 2 統 合	上下部別統合	橋全体統合
上 部 工	主 桁		100	$\Sigma d \leq 100$	d =100	$\Sigma d \leq 100$	$\Sigma d \leq 100$
	支 承		30				
	床 組	縦桁	50	$\Sigma d \leq 50$	$\Sigma d \leq 70$		
		横桁	50				
	床 版		70	70			
下 部 工	軀 体	橋台	60	$\Sigma d \leq 60$	$\Sigma d \leq 90$	d =90	
		橋脚	60				
	基 礎		90	90			
合 計			510	370	260	190	100

③部材損傷の種類別レイティングの減点数を与える。

（例）コンクリート床版

表-5.3.10

No.	損傷の種類	レイティング別減点数 d				
		I	II	III	IV	OK
8	剥離鉄筋露出	50	25	10	3	0
9	遊離石灰	40	20	8	2	0
10	豆板・空洞	50	25	10	3	0
12	抜け落ち	70	35	—	—	0
13	鋼板接着部の損傷	50	25	10	—	0
14	床版ひびわれ	50	25	10	3	0
21	変色・劣化	40	—	8	2	0
22	漏水・滞水	30	15	—	—	0
複数損傷の減点数合計		$\Sigma d_i \geq 70 \rightarrow d = 70$				

但し $\{II = I \times \alpha_{II}, III = I \times \alpha_{III}, IV = I \times \alpha_{IV}\}$

表中の—は点検要領（案）の損傷度判定案にないもの。

④部材別の損傷の減点数合計から、b)表における減点数を順次算出する。

(統 合 例 1)

表-5.3.11

部 位			減 点 数	第 1 統 合	第 2 統 合	上下部統合	橋全体統合
上 部 工	主 桁		8/100	$\Sigma d = 10$ $< d_{max} = 100$	$d = 10/100$	$\Sigma d = 38$ $< d_{max} = 100$	$\Sigma d = 53$ $< d_{max} = 100$
	支 承		2/30				
	床 組	縦 桁	10/50	$\Sigma d = 20$	$\Sigma d = 28$ $< d_{max} = 70$		
		横 桁	10/50	$< d_{max} = 50$			
	床 版		8/70	$d = 8/70$			
下 部 工	軀 体	橋 台	$\Sigma d = 15$	$\Sigma d = 15$ $< d_{max} = 90$	$d = 15/90$		
		橋 脚	$< d_{max} = 60$				
	基 礎		0/90			$d = 0/90$	
合 計			53/510	53/370	53/260	53/190	53/100

注) 主桁 : 塗装劣化Ⅲ(8)

鋼支承 : 漏水・滞水Ⅲ(2)

縦桁 : 腐食Ⅲ(10)

横桁 : 腐食Ⅲ(10)

床版 : 遊離石灰Ⅲ(8)

橋台 : ひびわれⅢ(12)

橋脚 : 鉄筋露出Ⅳ(3)

基礎 : OK(0)

(統 合 例 2)

表-5.3.12

部 位			減 点 数	第 1 統 合	第 2 統 合	上下部統合	橋全体統合
上 部 工	主 桁		50/100	$\Sigma d = 50+30$ $< d_{max} = 100$	$d = 80/100$	$\Sigma d = 148$ $> d_{max} = 100$ $\therefore d = 100/100$	$\Sigma d = 190$ $> d_{max} = 100$ $\therefore d = 100/100$
	支 承		$d = 30$ $> d_{max}$ $\therefore d = 30/30$				
	床 組	縦 桁	25/50	$\Sigma d = 50$	$\Sigma d = 68$ $< d_{max} = 70$		
		横 桁	25/50	$= d_{max} = 50$			
	床 版		18/70	$d = 18/70$			
下 部 工	軀 体	橋 台	$\Sigma d = 37$	$\Sigma d = 90$ $= d_{max} = 90$	$d = 90/90$		
		橋 脚	$< d_{max} = 60$				
	基 礎		53/90			$d = 53/90$	
合 計			238/510	238/370	238/260	190/190	100/100

注) 主桁 : 亀裂Ⅱ(50)

鋼支承 : 脱落Ⅱ(15), 腐食Ⅱ(10),

縦桁 : 腐食Ⅱ(25)

沈下Ⅱ(15)

床版 : ひびわれⅢ(10),

横桁 : 腐食Ⅱ(25)

遊離石灰Ⅲ(8)

橋台 : 豆板・空洞Ⅱ(25)

橋脚 : ひびわれⅢ(12)

基礎 : 傾斜Ⅲ(18), 洗掘Ⅱ(35)

3) 損傷レイチング別減点数(案)

橋梁構成部材のレイチングがIであるとき、その部材に対して最大級の減点数を与えることになるが、レイチングがIであっても損傷の種類によって減点数を変えるものとする。

つまり、致命的な損傷パターンに対しては減点数を高く設定し、そうでないものについては低く設定する。

損傷の種類ごとのレイチングIに対する減点数 d_i を決定した後、レイチングII, III, IV, OKに対する減点数はIに対する低減率 α で一義的に定めるものとする。

全主部材の全損傷パターンに対する標準的な低減費の何を下图に示す。また、表-5.3.13および表-5.3.14に示す低減比を用いたときの部材別、損傷パターン別の減点数を示す。

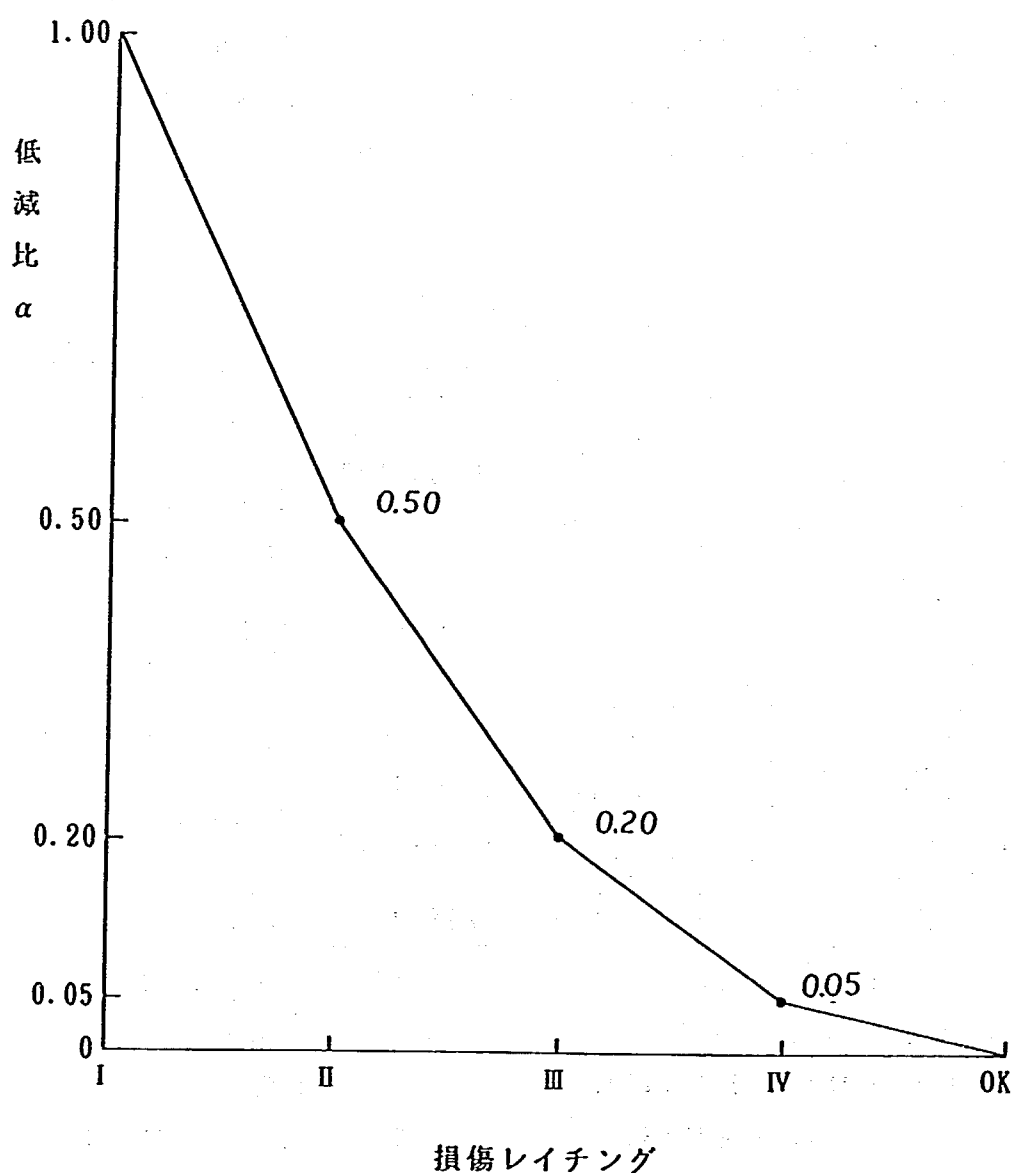


図-5.3.5 レイチング(I~IV, OK)別の最大減点数に対する低減比

損傷レイティング別減点数

(a)鋼主桁

表-5.3.13

損傷の種類 (i)	レイティング別減点数 d				
	I	II	III	IV	0.K
1 腐食	70	35	14	—	0
2 亀裂	100	50	—	—	0
3 ゆるみ	50	25	—	3	0
4 脱落	60	30	12	—	0
5 破断	60	30	—	—	0
6 塗装劣化	40	—	8	2	0
23 異常音	40	20	—	—	0
24 異常振動	70	35	—	—	0
25 異常たわみ	80	40	—	—	0
26 変形	70	35	—	4	0
複数損傷の減点数合計	Σd				d =

注) 表中の—は点検要領(案)の
損傷度判定案にないもの

(b)コンクリート主桁

表-5.3.14

損傷の種類 (i)	レイティング別減点数 d				
	I	II	III	IV	0.K
7 ひびわれ	70	35	14	4	0
8 剥離・鉄筋露出	60	30	12	3	0
9 遊離石灰	50	25	10	—	0
10 豆板・空洞	60	30	12	3	0
13 鋼板接着部の損傷	60	30	12	—	0
21 変色・劣化	50	—	10	3	0
22 漏水・滞水	40	20	—	—	0
24 異常振動	70	35	—	—	0
25 異常たわみ	100	50	—	—	0
32 欠損	50	25	—	3	0
複数損傷の減点数合計	Σd				d =

注) $II = I \times \alpha_{II} (=0.50)$

$III = I \times \alpha_{III} (=0.20)$

$IV = I \times \alpha_{IV} (=0.05)$

表-5.3.15

(c)鋼床組（縦桁・横桁）または鋼床組

損傷の種類 (i)		レイティング別減点数 d				0. K
		I	II	III	IV	
1	腐食	50	25	10	—	0
2	亀裂	50	25	—	—	0
3	ゆるみ	30	15	—	2	0
4	脱落	40	20	8	—	0
5	破断	40	20	—	—	0
6	塗装劣化	30	—	6	2	0
26	変形	40	20	—	2	0
複数損傷の減点数合計		Σd				d =

表-5.3.16

(d)コンクリート床組（縦桁・横桁）

損傷の種類 (i)		レイティング別減点数 d				0. K
		I	II	III	IV	
7	ひびわれ	50	25	10	3	0
8	剥離・鉄筋露出	50	25	10	3	0
9	遊離石灰	40	20	8	—	0
10	豆板・空洞	50	25	10	3	0
13	鋼板接着部の損傷	50	25	10	—	0
21	変色・劣化	40	—	8	2	0
22	漏水・滞水	30	15	—	—	0
32	欠損	30	15	—	2	0
複数損傷の減点数合計		Σd				d =

(e)コンクリート床版

表-5.3.17

損傷の種類 (i)		レイティング別減点数 d				0. K
		I	II	III	IV	
8	剥離・鉄筋露出	50	25	10	3	0
9	遊離石灰	40	20	8	—	0
10	豆板・空洞	50	25	10	3	0
12	抜け落ち	70	35	14	4	0
13	鋼板接着部の損傷	50	25	10	—	0
14	床版ひびわれ	50	25	10	3	0
21	変色・劣化	40	—	8	2	0
22	漏水・滞水	30	15	—	—	0
複数損傷の減点数合計		Σd				d =

(f)鋼躯体（橋脚）

表-5.3.18

損傷の種類 (i)		レイティング別減点数 d					
		I	II	III	IV	0. K	
1	腐食	60	30	12	—	0	
2	亀裂	60	30	—	—	0	
3	ゆるみ	30	15	—	2	0	
4	脱落	40	20	8	—	0	
5	破断	40	20	—	—	0	
6	塗装劣化	30	—	6	2	0	
23	異常音	40	20	—	—	0	
26	変形	40	20	—	2	0	
複数損傷の減点数合計		Σ d					d =

表-5.3.19

(g)コンクリート躯体（橋脚または橋台）

損傷の種類 (i)		レイティング別減点数 d					
		I	II	III	IV	0. K	
7	ひびわれ	60	30	12	3	0	
8	剥離・鉄筋露出	50	25	10	3	0	
9	遊離石灰	40	20	8	—	0	
10	豆枝・空洞	50	25	10	3	0	
11	すり減り・浸食	40	20	8	3	0	
21	変色・劣化	40	—	8	3	0	
22	漏水・滞水	30	15	—	—	0	
32	欠損	30	15	—	2	0	
複数損傷の減点数合計		Σ d					d =

表-5.3.20

(h)基礎（橋脚または橋台）

損傷の種類 (i)		レイティング別減点数 d					
		I	II	III	IV	0. K	
28	沈下	80	40	16	—	0	
29	移動	90	45	18	—	0	
30	傾斜	90	45	18	—	0	
31	洗掘	70	35	14	—	0	
複数損傷の減点数合計		Σ d					d =

表-5.3.2 1

(i)鋼支承

損傷の種類 (i)		レイティング別減点数 d					
		I	II	III	IV	0. K	
1	腐食	20	10	4	—	0	
2	亀裂	30	15	—	—	0	
3	ゆるみ	20	10	—	1	0	
4	脱落	30	15	6	—	0	
5	破断	30	15	—	—	0	
6	塗装劣化	10	—	2	1	0	
22	漏水・滞水	10	5	2	—	0	
26	変形	20	10	—	1	0	
27	土砂詰まり	10	5	—	—	0	
28	沈下	30	15	6	—	0	
29	移動	30	15	6	—	0	
30	傾斜	30	15	6	—	0	
複数損傷の減点数合計		Σ d					d =

表-5.3.2 2

(j)ゴム支承

損傷の種類 (i)		レイティング別減点数 d					
		I	II	III	IV	0. K	
21	変色・劣化	20	—	4	1	0	
22	漏水・滞水	10	5	2	—	0	
26	変形	30	15	—	2	0	
27	土砂詰まり	10	5	—	—	0	
32	欠損	10	5	—	1	0	
複数損傷の減点数合計		Σ d					d =

(4) 減点法による評価例

1) 減点法による評価例

点検要領（案）に基いた点検結果を用いて減点法による橋全体としての健全度評価例を示す。

評価例としては以下の5ケースについて行い、点検者の評価点と対比させた。

- ・ケース1 基本案（図 2.3 に示す低減比率を使用）
- ・ケース2 レイティングⅠに対する低減比率を基本案に比べて大きくする
- ・ケース3 ケース2の減点よりもさらに低減比率を大きくする。
- ・ケース4 ケース3の減点よりもさらに低減比率を大きくする。
- ・ケース5 ケース4の減点よりもさらに低減比率を大きくする。

表-5.3.2 3レイティングⅠに対する低減（減点）比

ケース レイティング	1	2	3	4	5
I	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
II	0.50	0.25	0.15	0.15	0.10
III	0.20	0.10	0.10	0.075	0.05
IV	0.05	0.05	0.05	0.04	0.03
O K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2) 評価結果

評価結果を表 2.5、図 2.4に示す。

- ・ケース1、2では点検者評価に比べて健全度算定結果の方がかなり小さな結果となっている。
- ・ケース2、3では1部に点検者評価点と健全度算定結果の間に差が大きいものがあるものの、全体的には両者の間が近似している。
- ・ケース5ではケース3、4よりも両者の間の差は小さくなっているものの、健全度算定結果の方が健全度を高く評価する傾向にあり、健全度評価結果としては、必ずしも良い結果とはいえない。

以上5ケースの評価例よりレイティングⅠに対する比率を大きく（減点を少なく）する事により、点検者の評価点に近似した結果を得ることができ、減点法の利用性が見出せる。点検者評価と健全度算定結果の間に大きな差がある場合には、点検者の総合的な判断と計算に用いる各部材の損傷に応じた減点数の間にひらきがあると思われる。

今回の結果は、ある国道工事事務所管内の6橋についての算定結果であり、特異点の対象橋の固有のものであるか、評価式（減点数）固有のものかは、まだ判断できない。

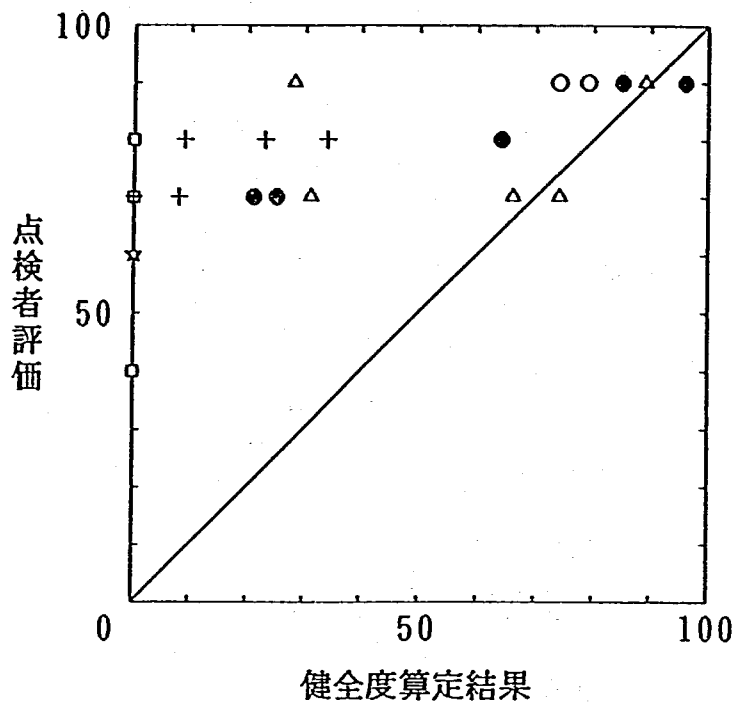
今後多数のデータを用いた試算により、改良を加えることにより健全度評価を精度の良いものにして行くことができると考える。

図-5. 3. 7 (a), (b)はケース3の場合について、縦軸に健全度を取り、横軸に経過年数をとって各橋（各径間）の健全度を図示したものである。

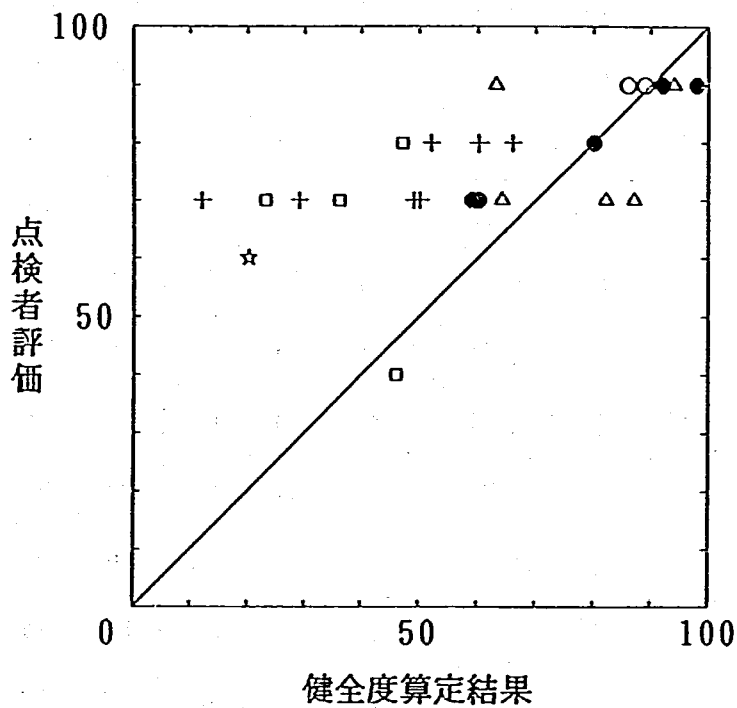
同図上段(a)は各橋の各径間ごとに図示したものであり、下段(b)は各橋ごとの平均値を図示したものである。各径間ごとの健全度は同一橋梁においてもかなりバラツキのある結果を示している。各橋ごとの平均値では、経過年数に応じて右下がりとなっており、健全度が経過年の増加にともない低下することを示している。

表-5.3.24 健全度試算結果

橋 名	ケース					点検者評価
	1	2	3	4	5	
A 橋 (第1径間)	74	86	88	90	93	90
(第2径間)	79	89	90	92	94	90
B 橋	0	20	44	47	66	60
C 橋 (第2径間)	0	23	48	50	68	70
(第3径間)	0	47	60	63	76	80
(第4径間)	0	46	58	61	75	40
(第5径間)	0	36	54	57	72	70
D 橋 (上り) (第1径間)	0	12	32	38	61	70
(第2径間)	0	50	67	67	80	70
(第3径間)	23	60	67	70	80	80
(第4径間)	0	29	51	53	70	70
(第5径間)	9	52	65	67	79	80
(第6径間)	34	66	74	76	84	80
(第7径間)	8	49	57	61	75	70
E 橋 (上り) (第1径間)	28	63	65	71	81	90
(第2径間)	74	87	85	90	92	70
(第3径間)	66	82	84	86	91	70
(第4径間)	89	94	93	94	96	90
(第5径間)	31	64	66	73	82	70
F 橋 (上り) (第1径間)	21	59	68	70	81	70
(第2径間)	85	92	95	95	97	90
(第3径間)	96	98	98	98	99	90
(第4径間)	25	60	72	74	83	70
(第5径間)	64	80	84	86	90	80



(a) ケース1 健全度算定結果

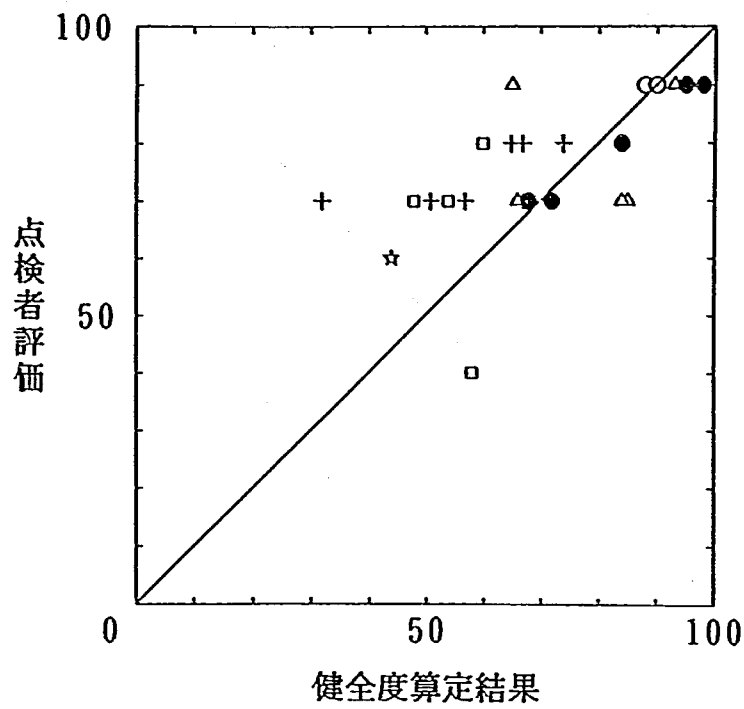


(b) ケース2 健全度算定結果

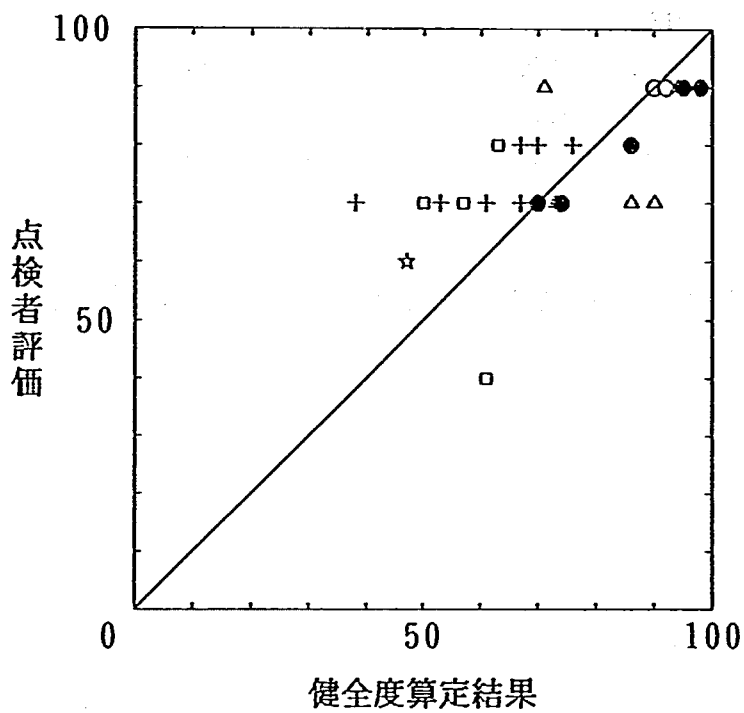
凡例

- | | | | |
|---|----|---|----|
| ○ | A橋 | ☆ | B橋 |
| □ | C橋 | + | D橋 |
| △ | E橋 | ● | F橋 |

図-5.3.6(1) 健全度算定結果と点検者評価点



(c) ケース3 健全度算定結果

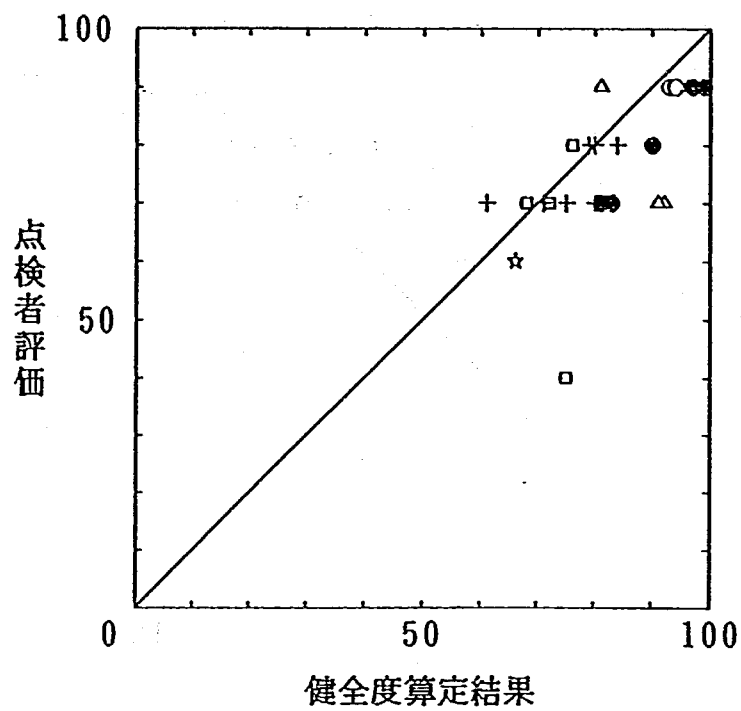


(d) ケース4 健全度算定結果

凡例

- | | | | |
|---|----|---|----|
| ○ | A橋 | ☆ | B橋 |
| □ | C橋 | + | D橋 |
| △ | E橋 | ● | F橋 |

図-5.3.6(2) 健全度算定結果と点検者評価点



(e) ケース5 健全度算定結果

凡例

○ A橋
□ C橋
△ E橋

☆ B橋
+ D橋
● F橋

図-5.3.6(3) 健全度算定結果と点検者評価点

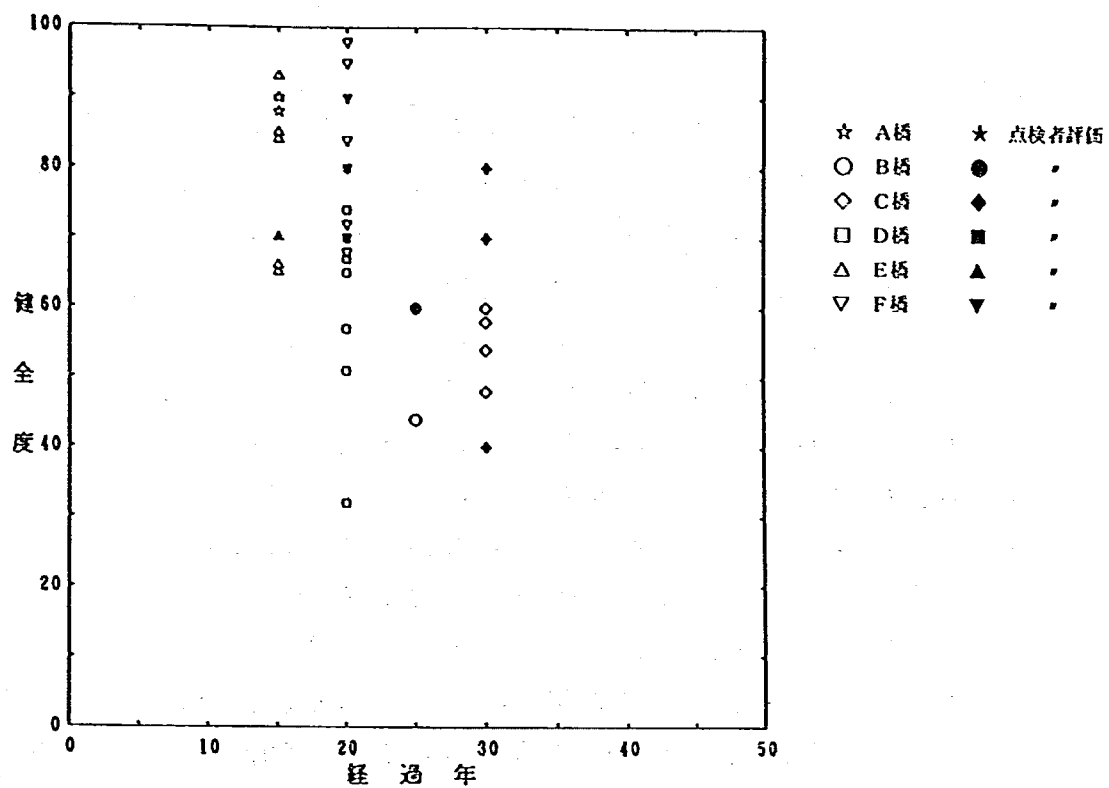


図-5.3.7(a) ケース3 健全度～経過年（各径間）

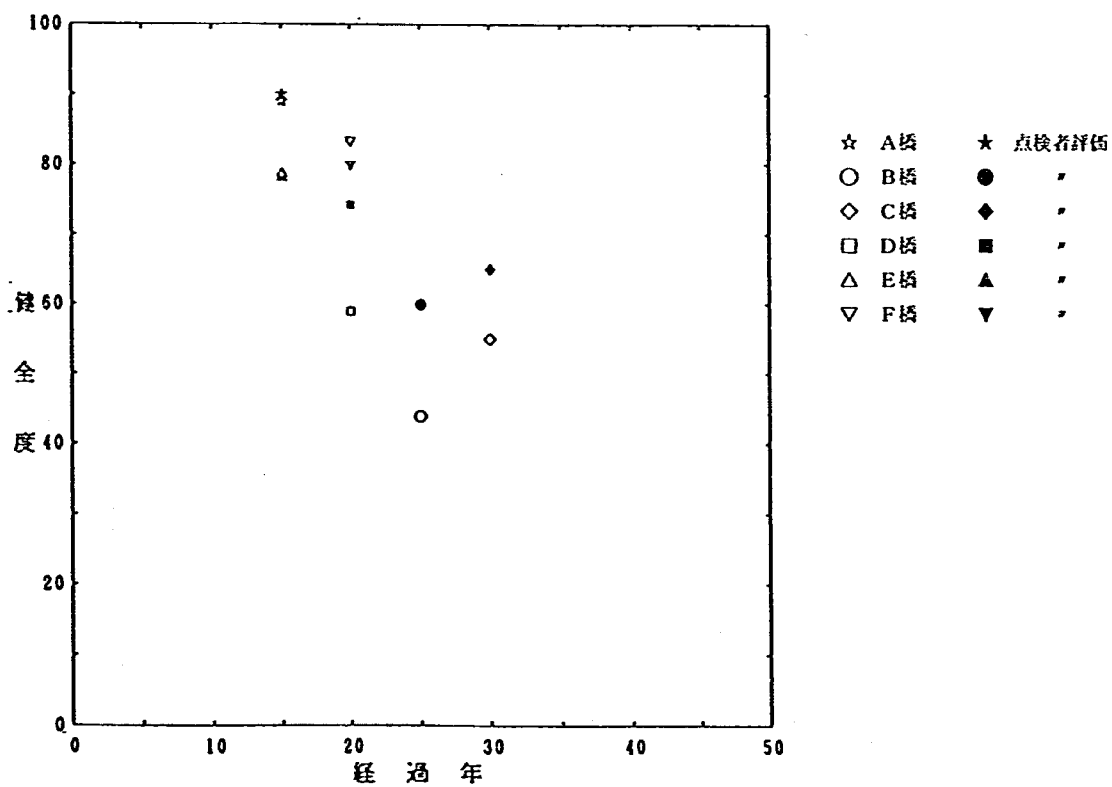


図-5.3.7(b) ケース3 健全度～経過年（平均値）

(5) 評価方法の選定

(2), (3), (4) においてそれぞれ加重平均法、減点法による健全度評価の方法を述べてきたが、本調査研究のBMSにおける健全度評価は後者の減点法によるものとする。減点法を選定した理由は以下のとおりである。

①加重平均法においては、評価項目（持点）とウェイトを用いて評価値が算出されるものであり、算術平均と幾何平均がある。

前者は特定部材に著しい損傷がある場合のように、評価項目uの中に0のあるものがあっても、評価項目の累加で全体評価がなされるので欠陥部材の評価がかなり薄められることになる。幾何平均は欠陥部材がある場合には限りなく0に近く評価できるが、評価項目をウェイトの指数の積の形のなるので評価方法自体が複雑である。

②一方減点法は、特定部材の損傷による減点を各統合の過程を経て全体統合まで延長して行くことができる。すなわち不健全な部材の点数は最後まで残る。また、例えば橋梁の健全度評価を100点満点とした場合、どの部材で何点減点され全体的には何点と言うように、健全性の評価値が感覚的に押さえ易い。

③減点法は特定部材に複数の損傷パターンがある場合にも、各損傷パターンごとにレイティングIに対する減点数とその他レイティングの低減比を決めておけば、減点のたし算で表現され、プログラム化し易い。

6. 補修計画作成モジュール

6. 1 補修計画作成の概念

点検計画とは「いつ、どのような内容について実施」するかを定めることである。ここでは「橋梁点検要領（案）」（昭和63年7月建設省土木研究所）に基づいて述べて行くものとする。

(1) 点検の種別

点検の種別は次のとおりとする。

(1) 通常点検

通常点検とは、損傷の早期発見を図るために、原則として道路の日常巡回を行う際に併せて実施する橋梁の目視点検をいう。

(2) 定期点検

定期点検とは、橋梁の保全を図るために定期的に実施するものであり、主に目視及び簡易な点検機械・器具により行う点検をいう。

(3) 異常時点検

異常時点検とは、地震、台風、集中豪雨、豪雪等の災害が発生した場合もしくはそのおそれがある場合と、異常が発見されたときに、主に橋梁の安全性を確認するために行う点検をいう。

(4) 追跡調査

進行状況を把握する必要がある損傷について、目視及び簡易な点検機械・器具により、継続的に実施する調査をいう。

(5) 詳細調査

補修、補強の必要性を判断するために、主に点検機械・器具を用いて実施する調査をいう。

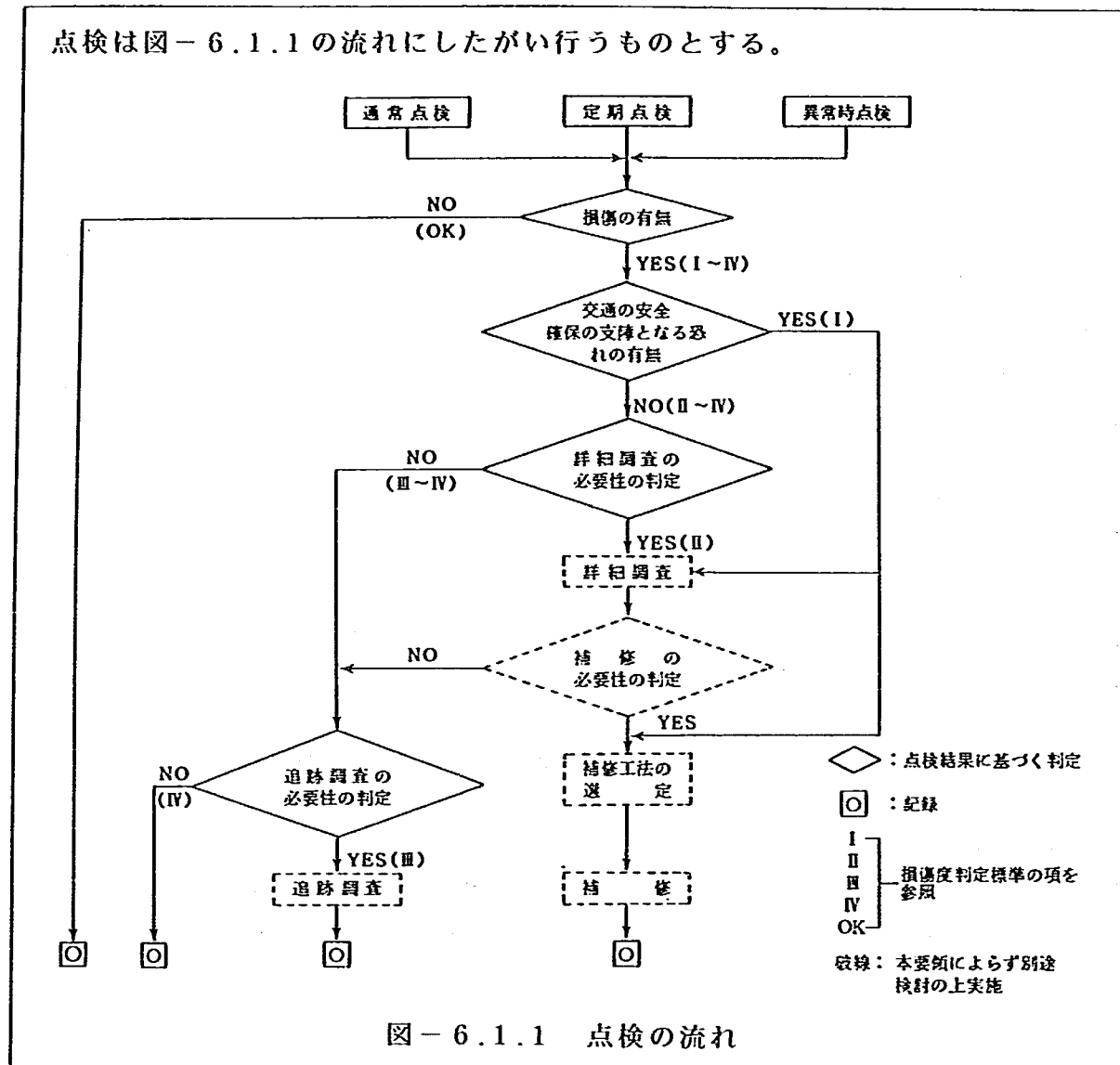
B・M・Sの構築にあたって点検項として取り込んで行こうとする内容は、ここに言う定期点検が主である。昨年度における「橋梁の維持管理アンケート調査」の結果によれば、直轄事務所での定期点検の実施頻度は、

定期点検 $\left\{ \begin{array}{l} \text{遠望点検：約4割の事務所で 2年／回実施。} \\ \text{近接点検：約6割の事務所で10年／回実施。} \end{array} \right.$

となっている。

(2) 点検の流れ

前出「要領（案）」によれば次の如くであるが、B・M・Sでは定期点検を主眼として考える。



〔解説〕

点検の流れ図は、点検業務の標準的な進め方を示したものである。図に示すとおり点検結果からは損傷の有無、交通の安全確保の支障となる恐れの有無、詳細調査の必要性、追跡調査の必要性を判定することとした。したがって、補修は、損傷が著しく、交通の安全確保の支障となる恐れがあると判断された場合には、各道路管理者の判断により詳細調査を行うことなく直接実施される場合もあるが、これ以外の場合は、基本的に詳細調査を実施した上で、その結果からその必要性の有無を判断することとなる。また図中、点線の枠内に示されている詳細調査、追跡調査等については、本要領（案）に具体的な調査の方法、頻度等を規定しておらず、別途、各道路管理者の判断により実施する必要がある。

なお、損傷の判定区分及び損傷度判定の考え方は、それぞれ10.「損傷度判定標準」、11.「損傷度判定」に示されている。

(3) 定期点検における点検項目と方法

表-6.1.1 損 傷 の 種 類 と 使 用 器 具

材料	番号	損 傷 の 種 類	遠 望 目 視	近 接 目 視
鋼	①	腐 食	目 視	目視, (板厚計), ノギス
	②	亀 裂	目 視	目視, (探傷機), テストハンマー
	③	ゆるみ	—	目視, (トルクレンチ)
	④	脱 落	目 視	目 視
	⑤	破 断	目 視	目 視
	⑥	塗装劣化	目 視	目視, (付着性テスト)
コン ク リ ー ト	⑦	ひびわれ	目視(写真)	目視, クラックゲージ, 写真, (ビデオ)
	⑧	剝離・鉄筋露出	目視(写真)	目視, 写真, (ビデオ)
	⑨	遊離石灰	目視(写真)	目視, 写真, (ビデオ)
	⑩	豆板・空洞	目 視	目視, テストハンマー, 写真, (ビデオ)
	⑪	すりへり・浸食	目 視	目視, コンベックス, ボール
	⑫	抜け落ち	目 視	目 視
	⑬	鋼板接着部の損傷	目視(テストハンマー)	目視, テストハンマー
	⑭	床版ひびわれ	目 視	目視, クラックゲージ
そ の 他	⑮	遊間の異常	目 視	目視, コンベックス
	⑯	段差・コルゲーション	目視(コンベックス, ボール)	目視, 定規, コンベックス, ボール
	⑰	ポットホール	目視(コンベックス, ボール)	目視, 定規, コンベックス, ボール
	⑱	舗装ひびわれ	目視(コンベックス, ボール)	目視, 定規, コンベックス, ボール
	⑲	わだち掘れ	目視(コンベックス, ボール)	目視, 定規, コンベックス, ボール
	⑳	その他		
共 通	㉑	変色・劣化	目 視	目視, (シュミットハンマー), (中性化テスト)
	㉒	漏水・滲水	目 視	目 視
	㉓	異常音	聴 覚	聴 覚
	㉔	異常振動	目 視	目 視
	㉕	異常たわみ	目 視	目 視
	㉖	変 形	目 視	目視, 水系, コンベックス
	㉗	土砂詰り	目 視	目 視
	㉘	沈 下	目 視	目視, (レベル)
	㉙	移 動	目 視	目視, (測量)
	㉚	傾 斜	目 視	目視, 水系, コンベックス
	㉛	洗 掘	目 視	目視, 水系, ボール
	㉜	欠 損	目 視	目 視

表中の()は特に必要な場合に使用する器具を示す。

(4) 損傷度判定

最終評価は、部位別の判定区分（レイティング）として以下のとおり扱っている。

損傷度判定基準は表－6. 1. 2 のとおりとする。

表－6.1.2 損 傷 度 判 定 標 準

判 定 区 分	一 般 的 状 況
I	損傷が著しく、交通の安全確保の支障となる恐れがある。
II	損傷が大きく、詳細調査を実施し補修するかどうかの検討を行う必要がある。
III	損傷が認められ、追跡調査を行う必要がある。
IV	損傷が認められ、その程度を記録する必要がある。
O. K	点検の結果から、損傷は認められない。

〔解説〕

損傷度判定基準は、損傷の程度による点検結果の判定区分を示すものである。ここでは、損傷度を5つに区分することとした。

各部位の損傷判定内容（レイティング）は、損傷の位置あるいはパターン（X）、深さ（Y）、広がり（Z）によって評価される。その具体的内容は以下のとおりである。

腐食とひびわれを示すが、表のように損傷の位置あるいはパターン（X）、深さ（Y）、広がり（Z）の大小関係によってレイティングが自ずと決まるようになっている。

① 腐 食

自然環境の中でそれ自体酸化しやすい鉄を原料とする鋼材では代表的な損傷である。これは、進行性の損傷であるが発見しやすいという特徴を有しており、維持管理によりその進行を防ぐべき重要な損傷の一つである。

		損傷が耐荷力、耐久性に与える影響	
		大	小
位置あるいはパターン (X)	区 分	—	—
	具体的事例	—	—
深 さ (Y)	区 分	断面欠損がある	表面錆がある
	具体的事例	腐食により鋼材表面が膨脹しているか、腐食部が消失して、部材断面が減少している。	表面錆が点存している。
広 が り (Z)	区 分	全 体 的	局 部 的
	具体的事例	腐食あるいは錆が部材全体に広がっている。	腐食あるいは錆が漏水部等の局部的なものにとどまっている。

判定区分

Y	Z	2次部材	主部材
大	大	Ⅱ	Ⅱ
	小	Ⅲ	Ⅱ
小	大	Ⅲ	Ⅱ
	小	Ⅳ	Ⅲ

図－6・1・2（1） 各部位の損傷判定例

⑦ ひびわれ

コンクリート部材では代表的な損傷である。ここではひびわれの発生位置およびその形状により影響度が異なることを考えて付表-1.1.1～付表-1.1.3に示すように、その発生位置とパターンにより損傷を大小に判定するようにしている。

また、損傷の深さでひびわれ幅を表現し、PCとRC部材でその値をかえて0.3mm～0.1mmの範囲で決めている。

		損傷が耐荷力、耐久性に与えず影響		
		大	中	小
位置あるいはパターン (X)	区 分	主要部位	—	左記以外の部位
	具体的事例	上部構造RC・PC共通 ①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫ PCのみ ①②③④⑤ 下部構造 ③⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫	—	上部構造RC・PC共通 ⑨⑩⑪ PCのみ ⑥⑦⑧ 下部構造 ①②④
深 さ (Y)	区 分	ひびわれ幅：大	ひびわれ幅：中	ひびわれ幅：小
	具体的事例	RC構造物 0.3mm以上 PC構造物 0.2mm以上	RC構造物 0.2mm以上0.3mm未満 PC構造物 0.1mm以上0.2mm未満	RC構造物 0.2mm未満 PC構造物 0.1mm未満
拡 が り (Z)	区 分	ひびわれ最小間隔：小	—	ひびわれ最小間隔：大
	具体的事例	50cm未満	—	50cm以上

判定区分

X	Y	Z	2次部材	主部材	X	Y	Z	2次部材	主部材
大	大	大	II	II	小	大	大	II	II
		小	III	II			小	III	III
	中	大	IV	III		中	大	IV	IV
		小	IV	III			小	IV	IV
	小	大	OK	OK		小	大	OK	OK
		小	OK	OK			小	OK	OK

図-6・1・2(2) 各部位の損傷判定例

(5) 補修計画システムのモジュール

橋梁の点検～健全度評価という作業を受けて、補修計画を立てるにあたって必要な事項について整理する。

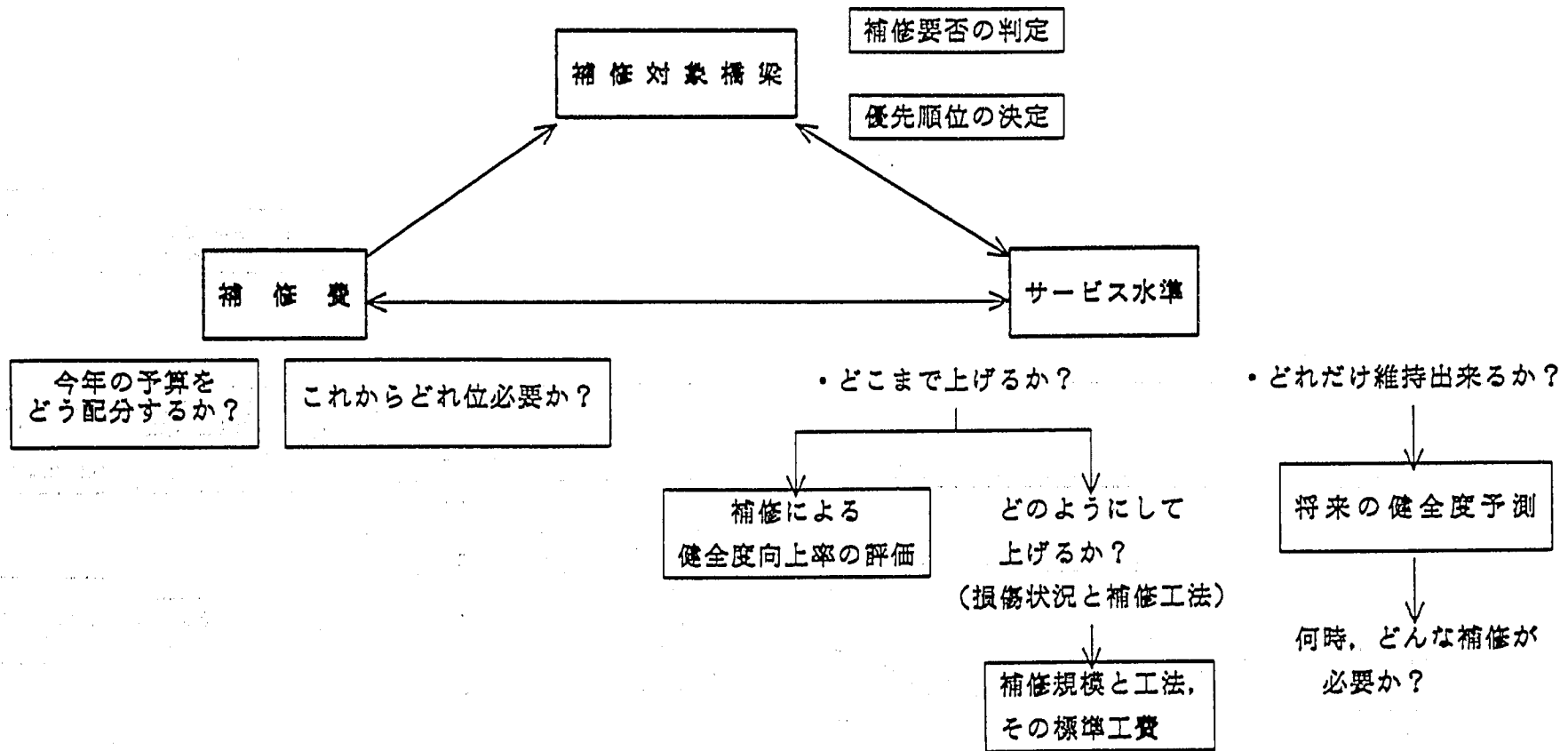


図-6.1.3 補修計画システムのモジュール

ある橋梁の損傷度判定結果から、補修実施の決定手順を示す。
ここに、損傷ランクは3-3、(2)のレイティングを示している。

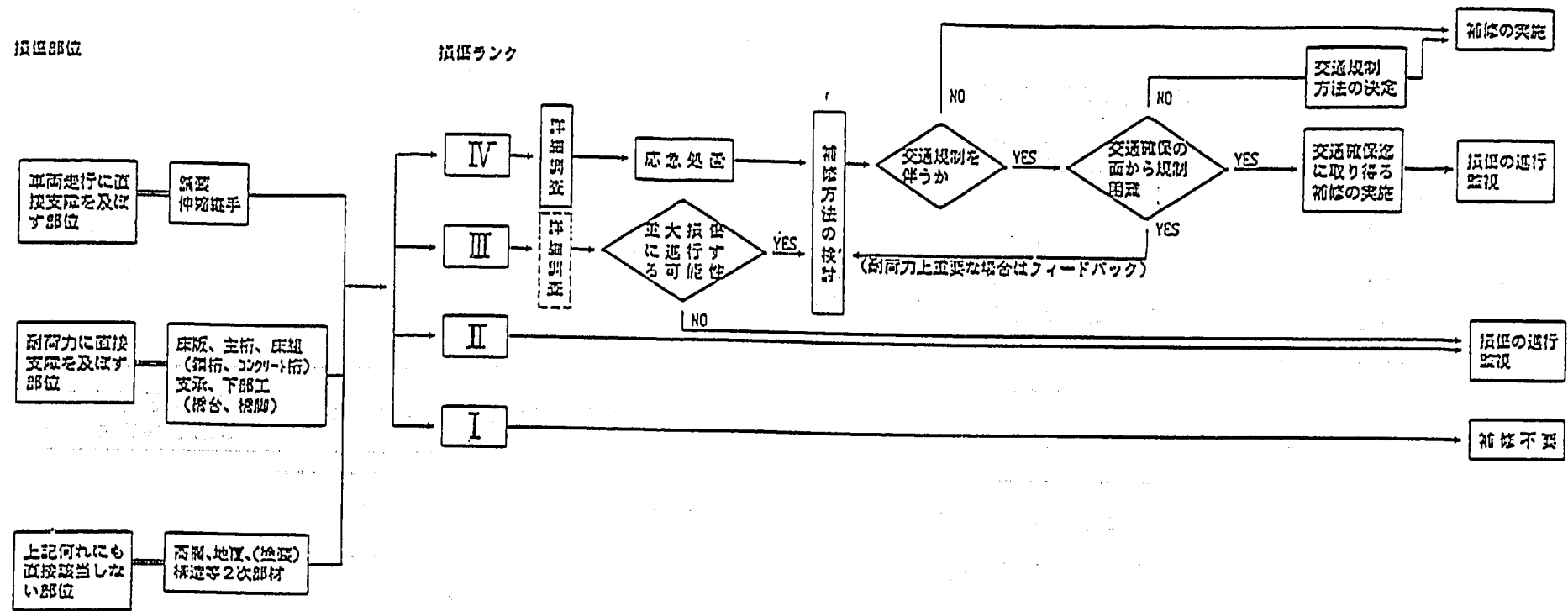


図-6.1.4 補修実施の決定手順

(6) 補修の要否判定

橋梁のライフサイクルの中での補修の必要性は、健全度評価の結果得られた各橋の健全度指数を、標準劣化曲線やサービス水準に照らし合わせて、基本的には健全度指数が標準劣化曲線よりも落ち込んだ橋梁については補修を実施するものとする。

1) 標準劣化曲線の利用

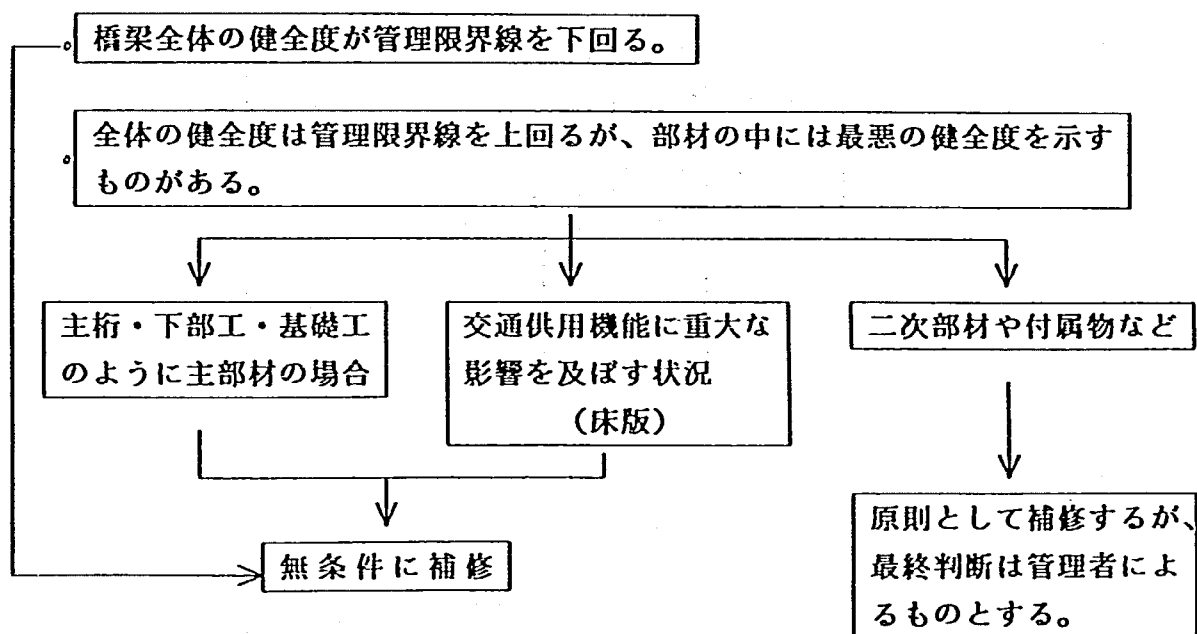
3-4で、その概念について整理した標準劣化曲線を、補修の要否判定に利用するためには、標準劣化曲線を対比させるべくその中に含ませる健全度評価データを、同一の基準下のものに整理する必要があるだろう。

・同一の基準とは？：材質別、形式別（鈑桁・箱桁など…），路線別などが考えられる。

2) 健全度評価と管理限界線の利用

具体的に管理限界線をどのように設定するかは今後の問題として、補修の要否判定においては、

・橋梁の健全度が最悪となるようなケースでは、



但し、健全度をどこまで回復させるかの最終決定は、総合的判断の下に管理者によって為されるものとする。

(点検調査)

原因		
原因	記号	
荷重による	荷重(過大・繰返し)	イ
	衝突・荷重	ロ
	支持力の不足等	ハ
	その他	ニ
物理・理化学による	温度変化・乾燥収縮	ホ
	塩カル・大気汚染	ヘ
	湿度変化・乾燥収縮	ト
	その他	チ
構造上の理由による	剛性及び断面不足	リ
	鉄筋量不足(PC・7割)	ヌ
	かぶり不足	ヌ
	腐蝕・鉄筋露出	ヲ
施工上の理由による	根入れ・支持力不足	ワ
	その他	カ
地盤による	排水処理不良	ヨ
	目地処理不良	タ
	コンクリート質不良・養生不良	レ
	所要かぶり不足	ソ
天災による	材料強度不足	ツ
	根入れ・支持力不足	レ
	その他	ナ
	過大な土圧	ラ
	地盤沈下・支持力低下	ム
	軟弱地盤・液状化	ウ
	その他	イ
	地震による	ノ
	風による	オ
	雨による	ク
	その他	ヤ

(部位別の健全度評価)

部位		主な変状のあった構部 * - 1	補修工法		
部位	健全度	変状	補修工法	記号	
主 構	細	ボルト破損	H T B 交換	1	
		亀裂	ガウジング・断面補強	2	
		曲がり・変形	変形矯正・部材交換	3	
		腐蝕・鉄筋露出	ガウジング・断面補強	4	
主 構	粗	腐蝕・鉄筋露出	ガウジング・断面補強	5	
		その他	その他	6	
主 構	コンクリート	ひび割れ	樹脂注入・パテ充填	7	
		剥離・鉄筋露出	鋼板張替	8	
		豆板・空洞	プレキャストコンクリートによる補修	9	
		定着不良・損傷	ガウジング・断面補強	10	
床 版	細	ひび割れ	樹脂注入・パテ充填	11	
		剥離・鉄筋露出	鋼板張替	12	
		豆板・空洞	部分打換え	13	
		漏水・変色・劣化	全体打換え(RC補修)	14	
支 承	粗	その他	全体打換え(7割以上・プレキャスト)	15	
		その他	その他	16	
支 承	細	本体破損・逸脱	本体の交換	17	
		付加品破損	RC補修(ガイド・アンカー)	18	
		アンカーボルト抜け出し	アンカーボルト施工	19	
		腐蝕・鉄筋露出	その他	20	
下 部	粗	その他	その他	21	
		その他	その他	22	
下 部	細	バラベットの損傷	樹脂注入・保護剤塗布	23	
		鉄体の損傷	プレキャストコンクリート・FRP補修	24	
		腐蝕・鉄筋露出	鋼板張替	25	
		コンクリート・養生不良	コンクリート・養生による補修	26	
工 程	粗	排水・河床低下	排水・河床の補修	27	
		その他	洗掘防護工	28	
		その他	その他	29	
		その他	その他	30	
工 程	細	腐蝕・鉄筋露出	鋼板張替	31	
		液状化対策	液状化対策	32	
		鉄体の腐蝕	鉄体の腐蝕	33	
		その他	その他	34	
		その他	その他	35	
		その他	その他	36	
		その他	その他	37	
		その他	その他	38	

補修工法別単価		
部位	記号	単価
鋼 材	1	〇 円/本
	2	〇 円/本
	3	〇 円/本
	4	〇 円/本
補 修	5	〇 円/本
	6	〇 円/本
	7	〇 円/本
	8	〇 円/本
工 程	9	〇 円/本
	10	〇 円/本
	11	〇 円/本
	12	〇 円/本
耐 震	13	〇 円/本
	14	〇 円/本
	15	〇 円/本
	16	〇 円/本
補 強	17	〇 円/本
	18	〇 円/本
	19	〇 円/本
	20	〇 円/本
防 腐	21	〇 円/本
	22	〇 円/本
	23	〇 円/本
	24	〇 円/本
防 水	25	〇 円/本
	26	〇 円/本
	27	〇 円/本
	28	〇 円/本
防 凍	29	〇 円/本
	30	〇 円/本
	31	〇 円/本
	32	〇 円/本
防 火	33	〇 円/本
	34	〇 円/本
	35	〇 円/本
	36	〇 円/本
防 震	37	〇 円/本
	38	〇 円/本
	39	〇 円/本
	40	〇 円/本

表 6.1.3 考えられる損傷原因と部位別の損傷状況
及び補修工法と単位当り補修費の対応

(7) サービス水準について（管理水準線）

補修計画に関連してサービス水準を考える時には、3-5で整理したサービス水準（管理限界線）とは意味あいを変えたものとなる。つまり管理水準線として、標準劣化線を基準とした時の、各橋梁の健全度レベルをランク分けすることで、補修計画決定の指標の一つにしようというものである。

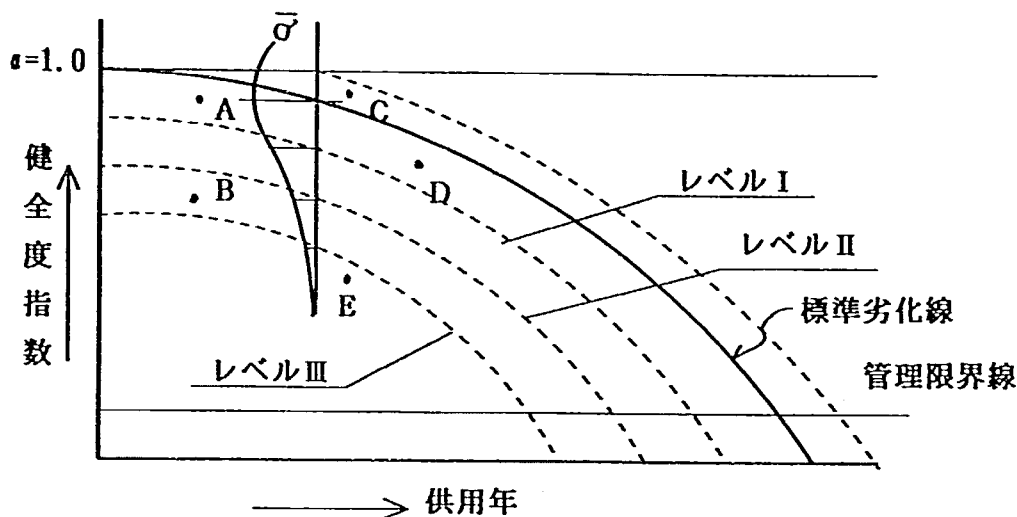


図-6.1.5 維持管理サービスの水準設定

ここでは管理水準線を、例えば図のようにレベル I～レベル III と設定するための方法について次のように検討する。

方法（a） 実際の健全度評価値をプロットした結果、統計的な偏差値としてレベル設定を行なう。

方法（b） 3-5で整理したような概念に基づいて、標準劣化曲線に対する比率としてレベル設定を行なう。

1) 補修による健全度向上率の評価

図4-3には健全度を評価されたA～E橋がプロットされている。それによって各橋の現況サービス水準を判断することが出来る。それら各橋に補修を施す際には、次のような2通りの場合の判断基準が必要となる。

- ・ サービス水準をどの程度上げるためには、どのような補修を行なえばよいか？
- ・ 部位別の損傷度判定結果から、必要とされた補修を実施した場合、健全度（場合によってはサービス水準）がどう向上するか？

つまりどのような損傷に対して、どのような補修を施すと、どの程度の健全度の回復が可能かを評価出来るシステムを開発する必要がある。そのためには表5-1に示すような（損傷状況-補修工法）の関連性を整理した上で、例えば「床版補強」のような検討手法を開発する必要がある。又、それらの整備によって将来の健全度を劣化曲線上で予測し、「どの時点で、どのような補修」を実施すれば、どのような健全度を維持出来るかの管理目標を設定出来るようになる。

(8) 補修費

表-6.1.3に示すような（損傷状況-補修工法）の関連性を整理し、補修工法別の単価整備まで発展させることによって、補修計画の中で「いつ、どれ位の補修費が必要となるか？」という予算管理に継げることが可能となるものと思われる。

(9) 補修優先順位の決定について

これまで述べて来た事柄から、補修の優先順位のための試みについて下に述べる。

1) 補修投資効果

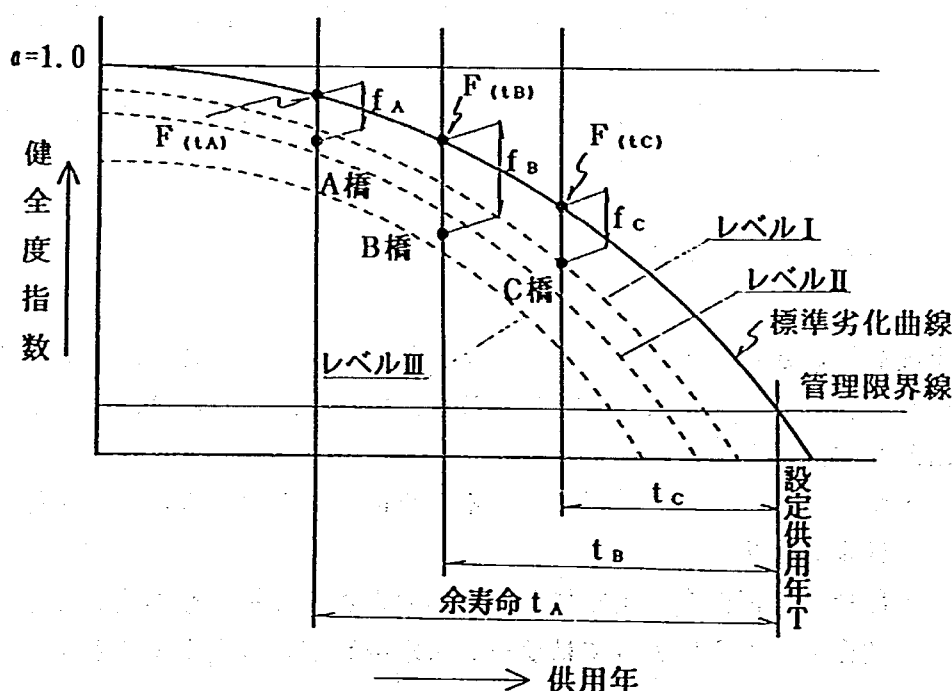


図-6.1.6 優先順位の決定と劣化曲線

図-6.1.6において、A橋の標準劣化度 $F_{(t_A)}$ までの健全度引上げ量 $= f_A$

それに要する補修費用 $= C_A$,

同様に、B橋: $F_{(t_B)}$, f_B , C_B ,

C橋: $F_{(t_C)}$, f_C , C_C , とし、

各橋梁の余寿命をそれぞれ、 t_A , t_B , t_C とすると、

$$\left(\frac{t_A}{C_A} \cdot \frac{f_A}{F_{(t_A)}} \right) > \left(\frac{t_B}{C_B} \cdot \frac{f_B}{F_{(t_B)}} \right) > \left(\frac{t_C}{C_C} \cdot \frac{f_C}{F_{(t_C)}} \right) \quad (5-5) \text{ 式}$$

$$\left(\frac{t_A}{C_A} \cdot \frac{f_A}{F_{(t_A)}} \right) < \left(\frac{t_B}{C_B} \cdot \frac{f_B}{F_{(t_B)}} \right) < \left(\frac{t_C}{C_C} \cdot \frac{f_C}{F_{(t_C)}} \right)$$

を比較することで、各橋のその時点での健全度を標準劣化度に引き上げるのに必要となる補修費用の効果度合を判定出来る。

(5-5)式において、

・ $\left(\frac{t_i}{C_i} \right)$: 余寿命を t_i 年とすべく、健全度を f_i だけ引き上げるのに必要とする補修費の割合 (年/円)。

・ $\left(\frac{f_i}{F_{(t_i)}} \right)$: 余寿命を t_i 年とすべく、ある時点での健全度評価値 $= F_{(t_i)} - f_i$ を健全度指数 $F_{(t_i)}$ までに引きあげる時の、健全度挽回率。

を表すことになり、例えば具体例として、

・ A橋の $F_{(t_A)} = 0.90$, $f_A = 0.10$, $C_A = 100$ 万円, $t_A = 60$ 年

・ B橋の $F_{(t_B)} = 0.75$, $f_B = 0.20$, $C_B = 500$ 万円, $t_B = 40$ 年

・ C橋の $F_{(t_C)} = 0.60$, $f_C = 0.15$, $C_C = 300$ 万円, $t_C = 20$ 年

とすると、

$$A \text{ 橋} = \frac{60}{100} \times \frac{0.10}{0.90} = 0.067 \quad B \text{ 橋} = \frac{40}{500} \times \frac{0.20}{0.75} = 0.021$$

$$C \text{ 橋} = \frac{20}{300} \times \frac{0.15}{0.60} = 0.016$$

となり、

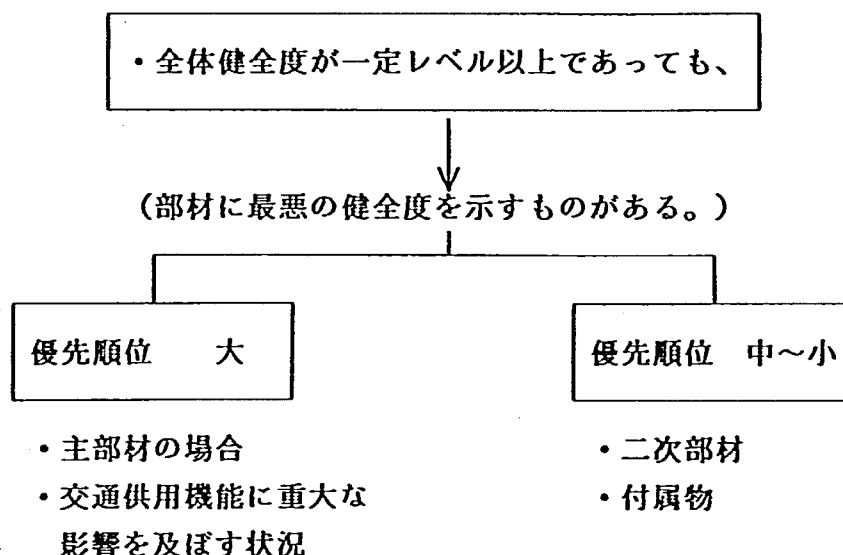
投資効果は A 橋 > B 橋 > C 橋の順となる。

2) 優先順位に係わるその他の因子

5-2(2)では管理限界線を供用上の最低健全度と捉えて、「無条件での補修実施基準」として扱った。それに対して5-5(1)では、標準劣化線よりも健全度指数が落ち込んだ橋梁の補修優先順位を、投資効果という観点から整理を試みた。しかし、実際の補修優先順位を投資効果だけで割り切ることは難しい。ここでは、優先順位に係わるその他の因子についてまとめる。

(a) 部材の中に最悪の健全度を示すものがある場合：

図5-5に示す各橋の健全度は橋梁の全体健全度を示しており、部材毎の健全度はウェイトによって荷重平均化されてしまっている。従って、全体健全度は一定のレベルにあっても、部材の中には最悪の健全度を示しているものがあるかもしれない。これは、部材のウェイトの持たせ方に係わることはあるが、



というように、部材毎の健全度とその状況によっては、補修の優先性を考慮する必要があるだろう。

(b) 施工の難易度による優先性：

これについては、

- ・現道交通供用に対する影響の大小
- ・交差条件や、橋梁自体の形状によって補修工法に制約を受けるか否か
- ・補修効果の検証方法が確立しているか否か

などが挙げられ、表のような優先性との係わりが云えよう。

項 目 \ 補修優先	小	～	大
現道交通供用への影響	大	～	小
補修工法採用への制約	大	～	小
補修効果の検証の確立	否	～	成

必要性の決定や優先順位の決定にあたっては、この他にその時々で変化する社会的ニーズなども絡んで、システム化することが難しい面もあり、最終的には補修予算の運用とも合わせた管理者の判断に委ねられる。特に、余寿命が少なく健全度指数の低い橋梁については、架替えコスト補修費を含めた維持管理とのトータルの比較の上に、補修の必要性が検討されるべきである。

6. 2 補修計画の位置付け

橋梁の維持管理の全体システムを概念的に表わすと下図のとおりである。

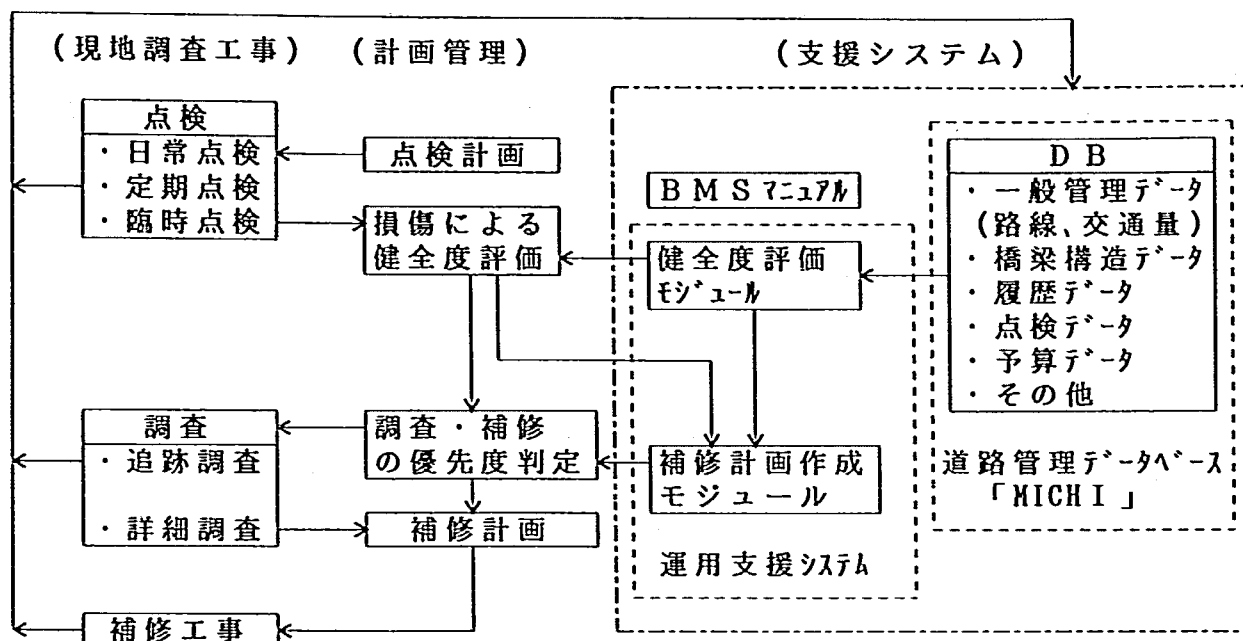


図-6.2.1 橋梁の維持管理の全体システム概念図

欧米では、膨大な予算を投じて、この全体システムをBMS(Bridge Management System)として構築し、実施している国もあるが、我が国は、支援システムをシステムチックにBMSとして運用するまでには至っていないのが現状である。建設省は、道路管理データベース「MICH I」の中に橋梁の諸元、履歴、点検データ等を記録し、その状況を必要に応じて取り出せるシステムまで完成している。したがって、「MICH I」のデータを有効に利用することにより、橋全体としての健全度評価、補修対策の優先度をある程度機械的に参考データとして判定できる運用支援システムができれば便利である。補修計画作成モジュールは健全度評価モジュールとともに、この運用支援システムの根幹をなすものである。

(1) 補修計画作成モジュールの考え方

健全度評価モジュールの出力をうけて補修計画作成するモジュールを試作する。管轄事務所の橋梁群を対象にして健全度判定された各橋の部材の代表的な補修工法（補修ケース）を選定し、その後の供用期待年数の推定値と補修コストから補修効率を計算することによって、当該年次での補修の優先順位を仮定する。この結果から、その年次における予算の中で採るべき橋の補修手段が決定される。

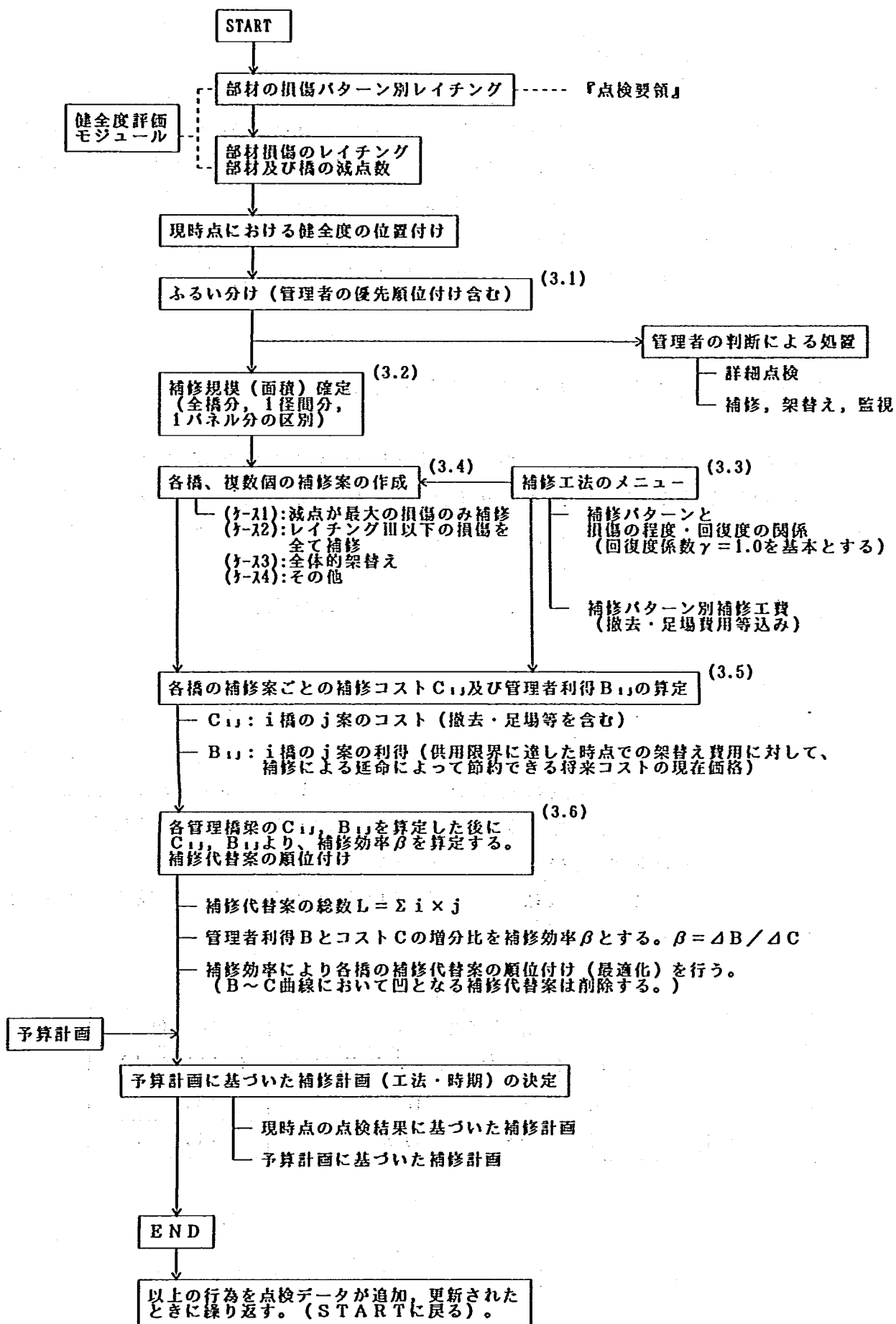
一方、橋ごとに、いつの時点で補修すべきかを概略的に把握する目的で、その橋の将来の劣化を見込んで数時点における補修パターンを想定し、補修工費と管理者利得を試算することも必要である。この結果は、将来の予算計上の資料とするものである。

本資料は、補修計画のうち、前者（当該年次の補修計画）を対象とする。将来を含めた補修計画についても、今後、検討対象とする予定である。

以上の支援ツールにはパーソナルコンピュータを用いる。

フローチャート

上記の考え方に基づく、作業のフローチャートを図-6.2.2に示す。



図－6.2.2 補修計画モジュール作業のフローチャート

6. 3 補修計画モジュールの内容

(1) ふるい分け

補修計画モジュールを作動させるに当たって、管理者の判断により優先して、補修すべきと判断されるものについては、本補修計画モジュールによる検討対象より除外し、別途補修の検討をするものとする。

補修計画モジュールによる検討対象橋梁は近接点検済の管理橋梁で、一定以上の損傷が発生しているものとし、健全と判断される橋梁は除外する。

(2) 補修規模

橋梁の損傷は橋梁全体に及んでいるものもあれば、一部に偏在している場合もある。

現在の橋梁点検要領では、その損傷面積についての情報が少ない。点検要領からの面積に関する情報があるものについては、その情報に基づいた規模を推定して、補修規模を決定する。また、点検野帳・写真等により補修規模を決定できるように、手動入力ができるようにする。

ただし、入力すべき情報がない場合は設定値の自動入力とする。

(3) 補修工法のメニュー

各橋部材の損傷レイチング（減点数）に応じて、補修工法メニューから適切な補修工法（補修パターン）を選定する。補修工法メニューには、補修パターンごとに損傷パターンと程度に応じた適用範囲とレイチングの回復度を明記しておく。回復度 γ は不明なものについては $\gamma=1.0$ とし、既存資料により回復度が推定できるものは回復後のレイチングを設定する。

補修工法の選択はシステムによる自動選択を基本とする。管理者の手動選択にも対応できるようにする。

表-6.3.1

補修パターン		損傷グループ			単 価 (万円/㎡)
		ひびわれ	剥 離	鉄筋露出	
床版	鋼板接着	II	→	IV	12.0
	打換え	I	→	OK	21.5

(4) 補修案の作成

・補修案の作成（部材毎）

部材の損傷の種類、その程度のデータをもとに、補修工法のメニューにより、各部材の補修案を作成する。その際、全ての損傷の種類を独立で扱うと、データ数が膨大になること、また、不合理な補修工法の組み合わせ（床版打ち替え＋鋼板接着）を避ける為に、損傷の種類のグルーピングを次ページに示す様に考える。

・補修案の作成（橋毎）

各橋の補修案を作成する時、どの部材で、どの損傷グループを対象とするかによって、下記の４ケース（４案）程度を橋毎の補修案とする。

- ①ケース１ 減点が最大の部材のみを効果的、経済的な工法で補修する。
- ②ケース２ レイティングⅢ以下の損傷部材を全て補修する。
（レイティングⅣ、OKの損傷を除く）
- ③ケース３ 全体的な架替え
- ④ケース４ その他（補修工法の手動入力による任意な組み合わせ）

また、損傷のグルーピングに応じた補修工法を表 5.4.1 に示す。

・各部材ごとの損傷のグルーピングを以下のように設定する。

I. 鋼主桁

- 1) 塗装劣化・腐食
- 2) 亀裂・破断
- 3) ゆるみ・脱落
- 4) 異常音・異常振動・異常たわみ・変形

II. 鋼横桁・縦桁・横構

- 1) 塗装劣化・腐食
- 2) 亀裂・破断
- 3) ゆるみ・脱落
- 4) 変形

III. 鋼床版

- 1) 塗装劣化・腐食
- 2) 亀裂・破断
- 3) ゆるみ・脱落
- 4) 変形

IV. コンクリート主桁

- 1) ひびわれ・豆板、空洞・遊離石灰・変色、劣化
- 2) 剥離、鉄筋露出・欠損
- 3) 漏水、滞水
- 4) 異常振動・異常たわみ
- 5) 鋼板接着部の損傷

V. コンクリート横桁・縦桁

- 1) ひびわれ・豆板、空洞・遊離石灰・変色、劣化
- 2) 剥離、鉄筋露出・欠損
- 3) 漏水、滞水
- 4) 鋼板接着部の損傷

VI. コンクリート床版

- 1) 床版ひびわれ・豆板、空洞・遊離石灰・変色、劣化
- 2) 剥離、鉄筋露出・抜け落ち
- 3) 漏水、滞水
- 4) 鋼板接着部の損傷

VII. 鋼橋脚躯体

- 1) 塗装劣化・腐食
- 2) 亀裂・破断
- 3) ゆるみ・脱落
- 4) 異常音・変形

VIII. コンクリート橋脚躯体

- 1) ひびわれ・豆板、空洞・遊離石灰・変色、劣化
- 2) 剥離、鉄筋露出・欠損・すりへり、浸食
- 3) 漏水、滞水

IX. 基礎

- 1) 洗掘
- 2) 沈下・移動・傾斜

X. 鋼支承

- 1) 塗装劣化・腐食
- 2) 変形・亀裂・破断
- 3) ゆるみ・脱落
- 4) 漏水、滞水・土砂詰り
- 5) 沈下・移動・傾斜

xi. ゴム支承

- 1) 変色、劣化
- 2) 漏水、滞水・土砂詰り
- 3) 変形・欠損

表-6.3.2(1) 損傷のグルーピング・補修工法（その1）

	損傷 G	R	補修工法	回復度	概算補修費
I. 鋼主桁	塗装劣化 腐食	III III	再塗装	IV	万/㎡ ²
	腐食	II	部材断面増加・再塗装	IV	万/㎡ ²
	亀裂 破断	II II	カウツング・断面補強 桁の増設	IV V	万/t 万/t
	ゆるみ 脱落	IV III	締め直し H T B 補充	V V	万/㎡ ² 万/㎡ ²
	ゆるみ 脱落	II II	H T B 補充 H T B 交換	V V	万/㎡ ² 万/㎡ ²
	変形	IV	放置	IV	0 円
	変形異常 音振動 異音 異常たわみ	II II II II	主桁剛性の増加 架け換え	IV V	万/t 万/㎡ ²
II. 鋼横桁・縦桁・横構	塗装劣化 腐食	III III	再塗装	IV	万/㎡ ²
	腐食	II	部材断面増加・再塗装	IV	万/㎡ ²
	亀裂 破断	II II	カウツング・断面補強	IV	万/t
	ゆるみ 脱落	IV III	締め直し H T B 補充	V V	万/㎡ ² 万/㎡ ²
	ゆるみ 脱落	II II	H T B 補充 H T B 交換	V V	万/㎡ ² 万/㎡ ²
	変形	II	断面増加・部材交換	IV	万/t
III. 鋼床版	塗装劣化 腐食	III III	再塗装（廃水化）	IV	万/㎡ ²
	腐食	II	部材断面増加・再塗装	IV	万/㎡ ²
	亀裂 破断	II II	カウツング・断面補強 桁の増設	IV IV	万/t 万/t
	ゆるみ 脱落	IV III	締め直し H T B 補充	V V	万/㎡ ² 万/㎡ ²
	ゆるみ 脱落	II II	H T B 補充 H T B 交換	V V	万/㎡ ² 万/㎡ ²
	変形	II	鋼床版取り替え	V	万/㎡ ²

注) ㎡²: 橋面積スパン×幅員 ㎡²: 塗装面積 t: 鋼重
架け換え費用は、新設費用+撤去費用（新設費用の0.5）である。

表-6.3.2(2) 損傷のグルーピング・補修工法（その2）

	損傷 G	R	補修工法	回復度	概算補修費
IV. コンクリート主桁	ひびわれ、空洞化 ひびわれ、石、劣化 ひびわれ、石、劣化	III III III	パテ工法、 樹脂モルタル注入	IV	万/㎡
	ひびわれ、空洞化 ひびわれ、石、劣化 ひびわれ、石、劣化	II II II	炭素繊維接着工法 (鋼板接着工法)	IV	万/㎡
	剥離鉄筋露出	III	パテ工法、 樹脂モルタル注入	IV	万/㎡
	剥離鉄筋露出 欠損	II II	炭素繊維接着工法 (鋼板接着工法)	IV	万/㎡
	漏水、滞水	II	伸縮装置取り替え	IV	万/幅
	異常振動 異常たわみ	II II	断面補強・アウトケーブル 断設置 架け換え	IV V	万/㎡ 万/㎡
	鋼板の接着部 の損傷	III	炭素繊維接着工法	IV	万/㎡
	鋼板の接着部 の損傷	II	炭素繊維接着工法	IV	万/㎡
V. コンクリート横桁・縦桁	ひびわれ、空洞化 ひびわれ、石、劣化 ひびわれ、石、劣化	III III III	パテ工法、 樹脂モルタル注入	IV	万/㎡
	ひびわれ、空洞化 ひびわれ、石、劣化 ひびわれ、石、劣化	II II II	炭素繊維接着工法 (鋼板接着工法)	IV	万/㎡
	剥離鉄筋露出	III	パテ工法、 樹脂モルタル注入	IV	万/㎡
	剥離鉄筋露出 欠損	II II	炭素繊維接着工法 (鋼板接着工法)	IV	万/㎡
	漏水、滞水	II	伸縮装置取り替え	IV	万/㎡
	鋼板の接着部 の損傷	III	炭素繊維接着工法	IV	万/㎡
	鋼板の接着部 の損傷	II	炭素繊維接着工法	IV	万/㎡

注) ㎡: 橋面積スパン×幅員 t: 鋼重
架け換え費用は、新設費用+撤去費用である。

表-6.3.2(3) 損傷のグルーピング・補修工法(その3)

	損傷 G	R	補修工法	回復度	概算補修費
Ⅵ. コンクリート床版	床版ひびわれ 豆遊離、石劣化	Ⅲ Ⅲ Ⅲ Ⅲ	炭素繊維接着工法	Ⅳ	万/㎡
	床版ひびわれ 豆遊離、石劣化	Ⅱ Ⅱ Ⅱ	P S R 増厚工法	Ⅳ	万/㎡
	剥離鉄筋露出	Ⅲ	炭素繊維接着工法	Ⅳ	万/㎡
	剥離鉄筋露出 抜け落ち	Ⅱ Ⅱ	アンダーデットキ工法 プレキャスト床版打ち換え	Ⅳ Ⅳ Ⅳ	万/㎡ 万/㎡ 万/㎡
	漏水、滞水	Ⅱ	舗装打ち替え	Ⅳ	万/㎡
	鋼板の接着部の損傷	Ⅲ	炭素繊維接着工法	Ⅳ	万/㎡
	鋼板の接着部の損傷	Ⅱ	炭素繊維接着工法	Ⅳ	万/㎡
Ⅶ. 鋼橋脚 躯体	塗装劣化 腐食	Ⅲ Ⅲ	再塗装	Ⅳ	*HP*B 万円
	腐食	Ⅱ	部材断面増加・再塗装	Ⅳ	*HP*B 万円
	亀裂 破断	Ⅱ Ⅱ	断面補強	V	*HP*B 万円
	ゆるみ 脱落	Ⅳ Ⅲ	締め直し H T B 補充	Ⅳ Ⅳ	*HP*B 万円
	ゆるみ 脱落	Ⅱ Ⅱ	H T B 補充 H T B 交換	Ⅳ Ⅳ	*HP*B 万円
	変形	Ⅳ	放置		0 万円
	変形異常音	Ⅱ Ⅱ	躯体剛性の増加 コンクリート中詰め	Ⅳ Ⅳ	*HP*B 万円

注) ㎡: 橋面積スパン×幅員 t: 鋼重
 架け換え費用は、新設費用+撤去費用である。
 HP: 橋脚高さ(H)
 B: 幅員あるいは橋脚の平均幅(H)

表-6.3.2(4) 損傷のグルーピング・補修工法 (その4)

	損傷 G	R	補修工法	回復度	概算補修費
Ⅷ. コンクリート橋脚躯体	ひびわれ、空洞、劣化	Ⅲ Ⅲ Ⅲ	パテ工法、モルタル注入	Ⅳ	*HP*B 万円
	ひびわれ、空洞、劣化	Ⅲ Ⅲ Ⅲ	炭素繊維接着工法	Ⅳ	万円
	ひびわれ、空洞、劣化	Ⅱ Ⅱ Ⅱ	鋼板巻き立て	Ⅳ Ⅳ	*HP*B 万円
	剥離、鉄筋露出、浸食	Ⅲ Ⅲ Ⅲ	炭素繊維接着工法	Ⅳ	*HP*B 万円
	剥離、鉄筋露出、浸食	Ⅱ Ⅱ Ⅱ	鋼板巻き立て 架け換え	Ⅳ Ⅴ	*HP*B
Ⅸ. 基礎	漏水、滞水	Ⅱ	伸縮装置取り替え	Ⅳ	万/m ²
	洗掘	Ⅲ	根固め工 (シヤカ工等) ①	Ⅳ	*BL*BT 万円
	洗掘	Ⅱ	根固め工 (シヤカ工等) ②	Ⅳ	*BL*BT 万円
	沈下・移動・傾斜	Ⅲ	地盤改良	Ⅳ	*BL*BT 万円
Ⅹ. 鋼支承	沈下・移動・傾斜	Ⅱ	増し杭工法	Ⅳ	*BL*BT 万円
	塗装劣化	Ⅲ Ⅲ	再塗装	Ⅳ	*n 万円
	腐食	Ⅱ	再塗装	Ⅳ	*n 万円
	亀裂、破断、変形	Ⅱ Ⅱ Ⅱ	支承交換	Ⅴ	*W 万円
	ゆるみ・脱落	Ⅳ Ⅲ	締め直し	Ⅳ	*W*0.05 万円
	ゆるみ・脱落	Ⅱ Ⅱ	H T B 補充・交換	Ⅳ	*W*0.1 万円
	漏水、滞水、土砂詰り	Ⅱ Ⅱ	非排水伸縮継手の採用	Ⅴ	*B 万円
	沈下・移動・傾斜	Ⅲ Ⅲ Ⅲ	放置	Ⅲ	0 円
Ⅺ. ゴム支承	沈下・移動・傾斜	Ⅱ Ⅱ Ⅱ	支承取り替え (支承に原因がある場合)	Ⅴ	*W 万円
	変色、劣化	Ⅲ	放置	Ⅲ	0 円
	漏水、滞水、土砂詰り	Ⅱ Ⅱ	非排水伸縮装置の採用	Ⅴ	*B 万円
	変形損	Ⅱ Ⅱ	支承取り替え	Ⅴ	*W 万円

注) m²: 橋面積 スパン×幅員 t: 鋼重
 架け換え費用は、新設費用+撤去費用である。
 HP: 橋脚高さ(M)
 B: 幅員あるいは橋脚の平均幅(M)
 BL*BT: フーチング面積(M²)
 W: 上部工重量(T) (幅員、スパンより)
 n: 支承個数 n=W/100 (100t換算)

(5) 補修優先度の考え方

補修優先度の考え方には、以下のような種々の方法がある。

各案の比較

表-6.3.3

	案 1	案 2	案 3
利得の考え方	年平均経費	健全度～年グラフの回復する面積	生涯（永久）経費
最適化 （基本的に 1-0ナップザック 問題）	Benefit/Costの高い順に採用 （貪欲法）		Incremental Benefit/Cost Technique
その他の提案		補修の組み合わせのパターン化	利用者利得 （迂回の回避）

備考：1-0ナップザック問題の解法（計算簡略化テクニックを含む）としては、分枝限定法、連続緩和問題、ラグランジ緩和問題、釘付けテスト、動的計画法、ε近似解法などがあるようである。

各案の概要は以下の通りである。各案の内容については参考資料1に示す。

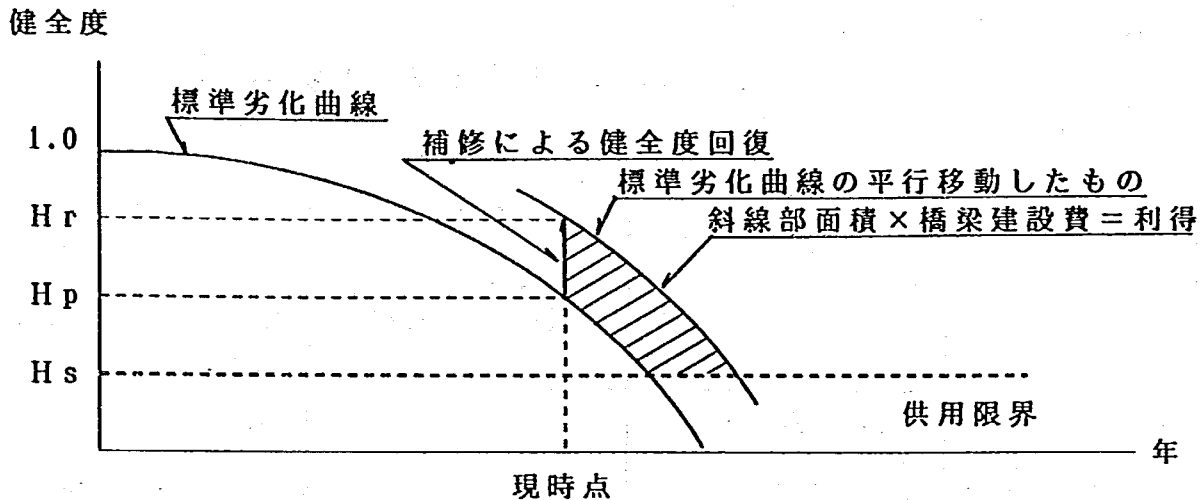
・案1は何も補修しないケースA、と補修するケースBを考える。

補修による延命を考慮した場合の年当たりの平均経費がケースAよりも低いとき効果ありとする。橋梁が複数にある場合には、補修利得Biを以下の式に従って算定し大きいものより採用する。

$$Bi = (\text{補修しない場合の年平均経費}) - (\text{補修した場合の年平均経費})$$

・案2は1つの橋梁について複数の補修案を検討し各案による損傷の回復度より補修効率を定義しようとするものである。具体的な補修効率は次図に示すように、現況の劣化曲線と損傷回復による劣化曲線に囲まれる面積により定義するものである。

対象橋梁が複数であるときは、各橋の補修効率を比較し、大きいものより優先順位を決定する。



・案3は、管理者利得として補修により将来の支出の減額分を考えるものである。

橋梁は、補修を行わなければ自然劣化や外乱による損傷を受け寿命(Life Span)を向え架替えられることになる。

しかし、途中で補修が行われると寿命が延命され、架替えまでの時間が長くなる。これによって、この橋梁に投資される費用の現在価格が補修なしの架替えに比べて低下する。

この低下した現在価格を管理者利得(B)としている。

補修効率(β)は管理者利得Bと補修コストCの比で定義される。

補修効率(β)の定義としては一般的には $\beta = B / C$ が考えられるが、文献(BRIDGE MANAGEMENT SYSTEMS FHWA-DP-71-01R OCT-1989)では、 $\beta = \Delta B / \Delta C$ と定義している。複数の補修案や複数橋の補修を対象とする場合には補修効率 β の大きいものより選択する。

なお、補修効率 β が1より小さくなる補修案は選択枝から外される。

1) 補修優先度の選択

補修優先度を決定づける手法としては、案3の手法に従うことにした。案3を選択した理由は以下の通りである。

案3の最適化手法は、橋梁にかかわる費用支出のすべてを求め、それを現在価格にディスカウントして、比較するものであり、補修時期を含めて最適化が可能なものである。

また、案3は複数の管理橋梁を対象にした最適化にも有効であり、最適化のアルゴリズムが比較的容易である。5.6項以下では案3を基本として、計画している。

2) 利用者利得

利得には、管理者利得以外に利用者利得がある。利用者利得には、補修や架替えにより荷重制限や迂回がなくなることによる時間短縮、運転コスト減による利得がある。

利用者利得は、その定量化が困難であることから、本検討業務では対象としないことにした。

(6) 管理者コスト C, 管理者利得 B

1) 管理者コスト C

- ・補修に伴う管理者コスト C は補修費用のみを含み、維持管理コストは含まないものとする。
- ・補修コストは、補修工法、規模（面積）に応じて決定する。
- ・架替え費用は撤去費用及び新設費用とする。撤去費用は新設費用に比率 λ_i (i : 工種・工法の違い) を乗じて求めるものとする。

$$\begin{aligned} (\text{架替え費用}) &= (\text{新設費用}) + (\text{撤去費用}) \\ &= (\text{新設費用}) \times (1 + \lambda_i) \end{aligned}$$

$$\text{ここに、} (\text{撤去費用}) = (\text{新設費用}) \times \lambda_i$$

2) 管理者利得 B

管理者利得 B については種々の考え方がある。いくつかの案に従って検討し、試行錯誤を行い最終案を決定する。

① 第 1 案

供用限界に達した時点で架替えを行うとして、その架替え費用に対して、管理者が将来支出する費用の節減額を管理者利得とする。

$$\text{管理者利得 } B = C_0 - C_1$$

$$\text{管理者純利得 } B' = C_0 - C_1 - C_r$$

ここで、 C_0 : 補修を実施せず、 t_r 年後（供用限界時）に架替えるその後、 T 年毎に架替えるとした場合の全費用の現在価格

C_1 : 補修により e 年の延命を図り、 $t_r + e$ 年後に架替えるその後、 T 年毎に掛け替える場合の費用（ C_r を含まない）の現在価格

C_r : 補修費用の現在価格

T : 橋梁の標準寿命

② 第 2 案

管理者利得として、補修により延命される期間に原価償却される費用とする。

$$\text{管理者利得 } B = \frac{C_r}{T} \times e$$

$$\text{管理者純利得 } B' = \frac{C_r}{T} \times e - C_r$$

C_r : 橋梁の更新（架替え）に要する費用

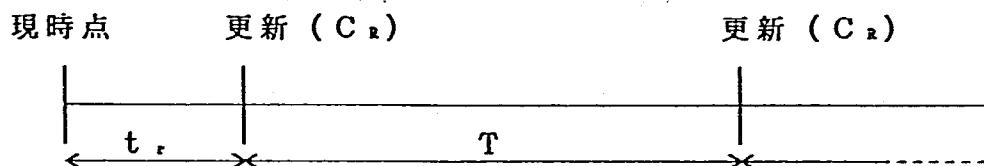
C_r : 補修に要する費用

t_r : 補修しない場合の余寿命

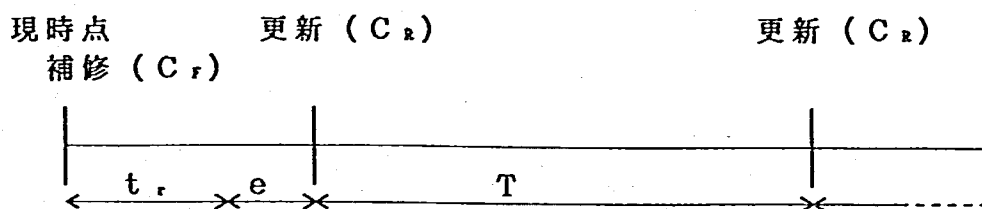
e : 補修による延命期間

T : 橋梁の標準寿命（ライフスパン）

補修しない場合



補修する場合



- ・橋梁の健全度は橋梁全体の標準劣化曲線により判定する。
- ・橋梁部材に対しては、部材毎の最大減点数で正規化された劣化曲線（式）を用意する。損傷が発生している部材の将来劣化度（健全度）は、この部材ごとの劣化曲線をシフトさせて推定する。
- ・補修費用の現在価格へのディスカウント方法は、参考資料3に示す。
- ・標準劣化曲線のイメージを下図に示す。

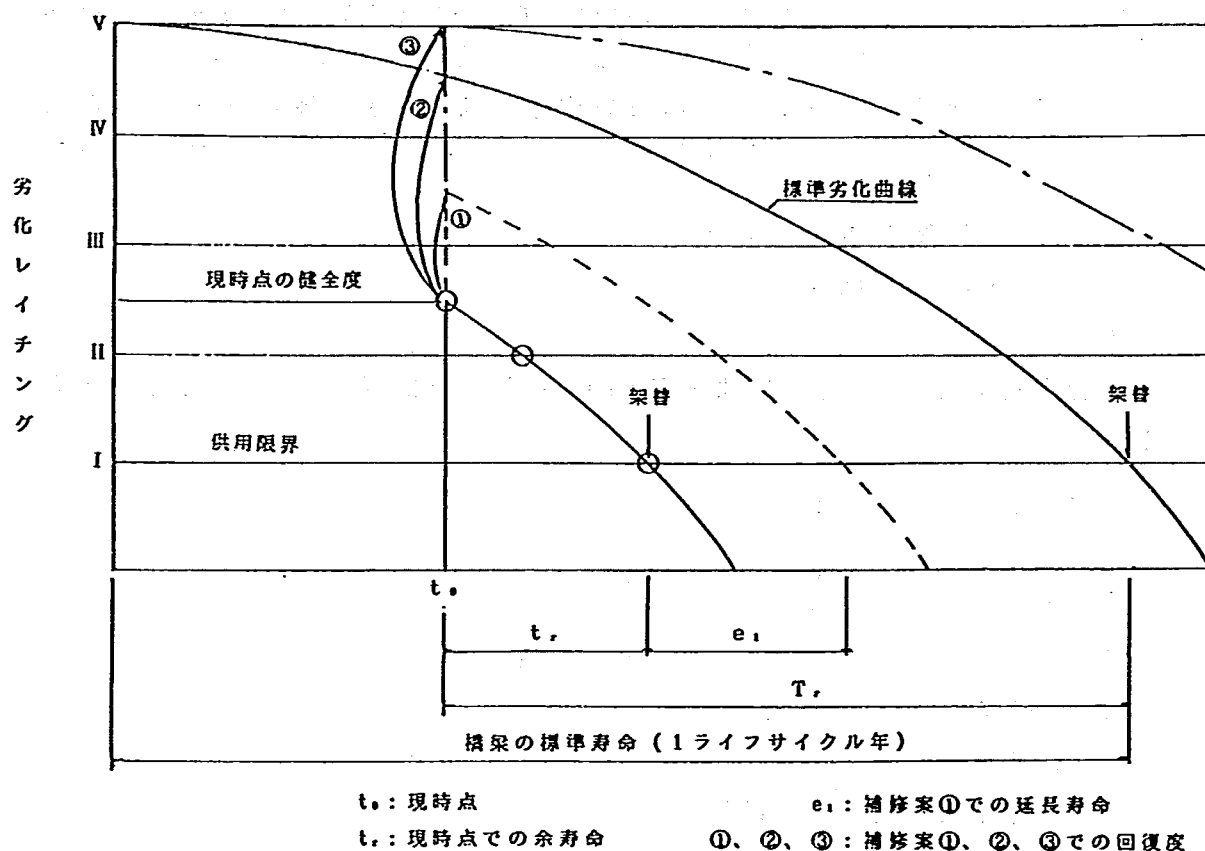


図-6.3.2 標準劣化曲線のイメージ

(7) 補修効率 及び代替案の選定

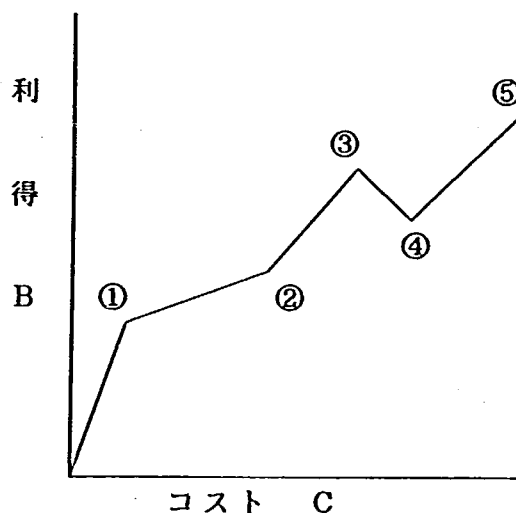
補修案の選定は、基本的にコスト C が予算限度内で、利得 B が最大となる補修案を選ぶことである。その手法として、下記に示す補修効率 β を用いたプロセスを検討している。

a) 各橋梁毎に実施するステップ

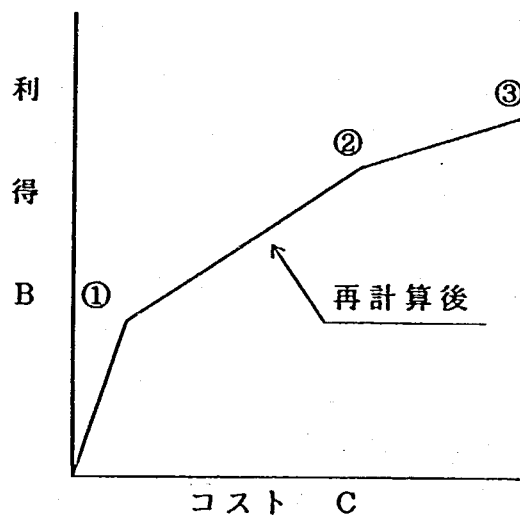
- ①各橋梁の補修案について初期コストの小さい順から大きいものと配列する(図5.7.1(左))。($\beta(i, j)$, i : 橋梁番号, j : 補修案, j の大きい方がコストも大きい)
- ②同一橋梁の代替案中、同一コストで他の補修案よりも利得が少ないものを削除する。
- ③同一橋梁にコスト増分(ΔC)と利得増分(ΔB)の比 $\beta = \Delta B / \Delta C$ を計算する。 β は、B ~ C の傾きであり、単位コスト当たりの利得(効率)を意味する。
- ④③の計算で $\beta < 1$ の補修案は削除する。
- ⑤各橋梁の B ~ C 曲線で凹となる補修案は削除し、 $\beta(i, j)$ を再計算する(図5.7.1(右))。

b) 全橋梁を対象に実施するステップ

- ⑥補修対象橋梁の各橋の $\beta(i, j)$ をリスト化(表3.6.1)し、 $\beta(i, j)$ の大きいものより、順次下降順に補修案を選択する。ただし、同一橋梁に対してすでに選択した補修案よりも高度な補修案の選択が許されるとき、すでに選択した補修案は無視される。
- また、橋梁の組合せは予算の限界に達するまで繰り返す。



a. コスト順位でのプロット



b. 凹となる代替案削除後

各橋梁の B～C 曲線で凹となる補修代替案②、④は削除し、 $\beta(i, j)$ を再計算する。



グラフの傾き、単位コスト当たりの利得を示す。

図-6.3.3 B～C曲線（橋梁毎）

表-6.3.4 補修効率 ($\beta = \Delta B / \Delta C$)

橋 梁	コ ス ト 順 位 (j)			
	1 番 目	2 番 目	3 番 目	4 番 目
a	④ $\beta_{11}=1.85$	⑨ $\beta_{12}=1.65$	$\beta_{13}=1.45$	$\beta_{14}=1.31$
b	② $\beta_{21}=1.90$	⑤ $\beta_{22}=1.80$	⑥ $\beta_{23}=1.70$	$\beta_{24}=1.60$
c	① $\beta_{31}=2.00$	③ $\beta_{32}=1.86$	⑦ $\beta_{33}=1.69$	$\beta_{34}=1.59$
d	⑧ $\beta_{41}=1.68$	$\beta_{42}=1.35$	$\beta_{43}=1.25$	$\beta_{44}=1.10$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

注) 丸数字は補修代替案の選択順序である。上記例では、予算の限界により ⑨番目までの選択が許されたことを示し、a、b、c橋では⑨、⑥、⑦に相当する補修案が選択されることになる。

(8) 部材の経年劣化曲線

補修計画モジュールにより補修計画を検討する場合、近接による定期点検が1回/10年程度の間隔で実施されることから、点検日から補修計画を検討するまでに年数が立っている場合がある。この場合、点検時の損傷から現時点での損傷を推定する必要がある。

そのためには、部材ごと、損傷毎の経年劣化（減点）曲線を設定する必要がある。現状においては、とりあえず部材の期待耐用年数（ T_{max} ）（当初においては全て同じ期間とする）を設定し、この期間で各部材の減点が健全度評価において設定した各部材の最大減点数（ d_{max} ）に達すると仮定する。供用開始時の減点は0点であり、期待耐用年数後には減点が上限に達するような曲線を設定し、これを各部材、各損傷毎の経年劣化曲線とする。曲線の関数型は橋梁全体の経年劣化曲線（今後検討）と同様とする。

実際の適用としては、供用開始から T 年後に任意の部材の減点が d であったとする。上記で設定した曲線において減点 d の点から減点 d_{max} に至る線が今後の劣化予想線である。曲線状で T 年に予想される減点を実際の減点 d より小さい場合、該当部材の劣化が予想より早いことを意味し、その結果として予想される残存寿命（減点 d_{max} までの期間とする）が短く予想される

初期各部材の最大減点に対する減点比 d/d_{max} と部材の耐用年数と使用年数比 T/T_{max} の曲線を以下のように仮定する。

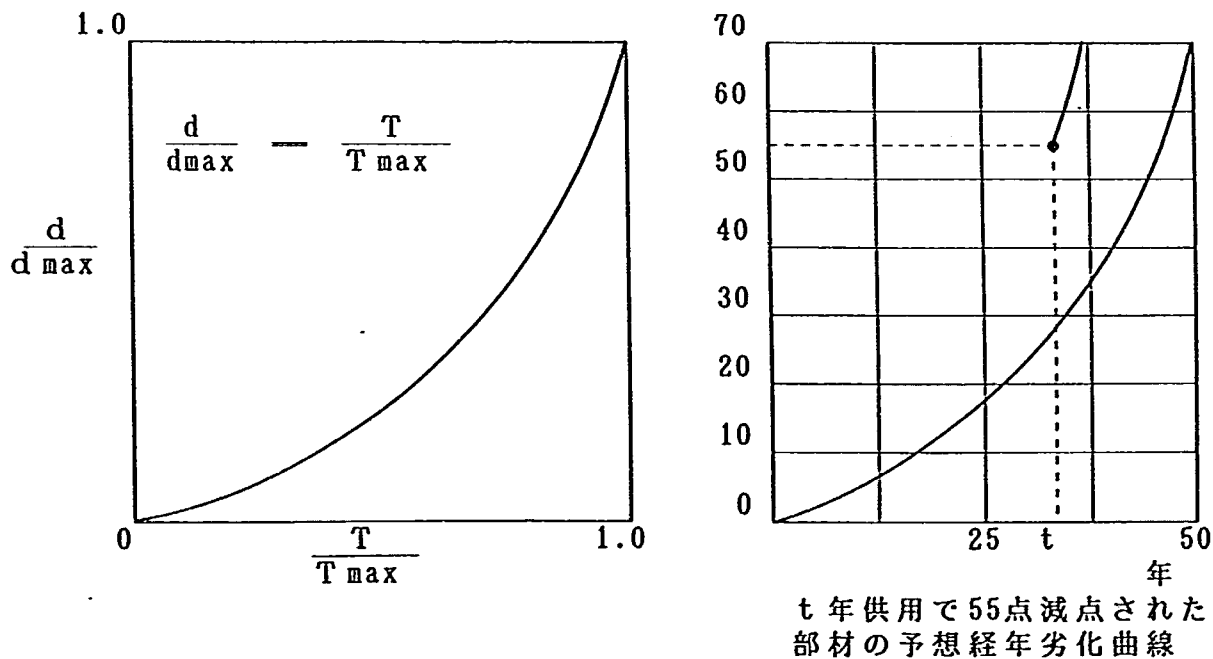


図-6.3.4 部材の経年劣化曲線のイメージ

(9) 現時点における補修の選択と優先度

以上のプロセスで、各橋の補修ケースごとに補修効果、補修コスト、補修効率の総括表を作成する。ただし、ふるい分けにより優先されたものが最初にくる。

表-6.3.5 補修代替案選定結果

橋 名	補修代替案	補修費用 C	管理者利得 B	補修効率 β
a				
b				
c				
⋮				

7. 補修履歴データベース

7. 1 補修履歴データベースの概要

補修履歴データベースの開発する以前に下記内容を明確にする必要がある。

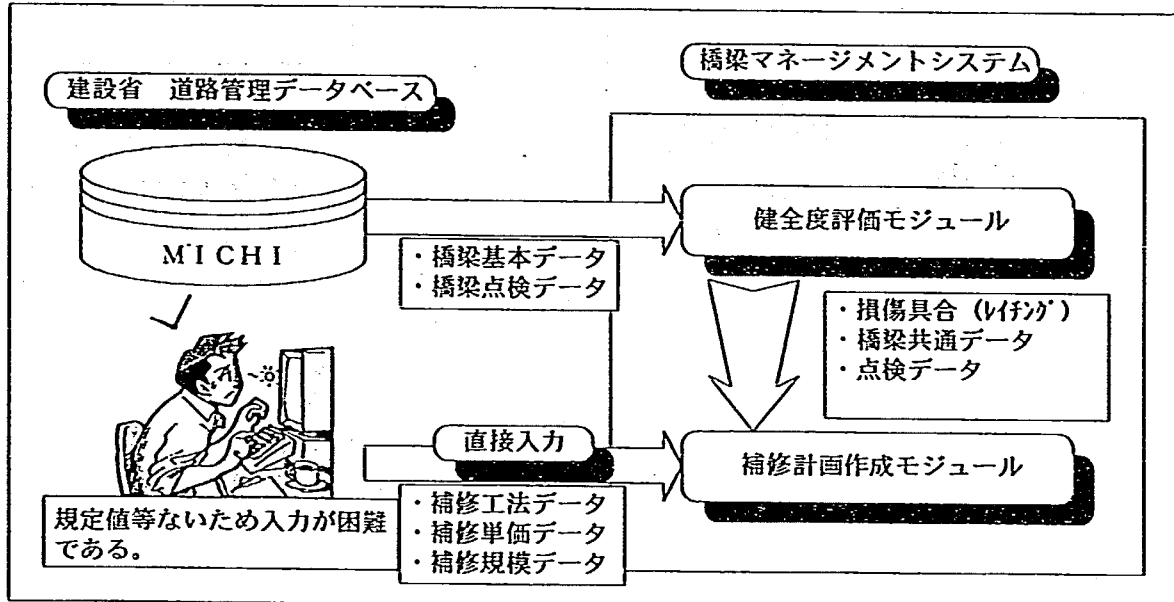
- ① 橋梁マネジメントシステムにおける補修履歴データベースの位置づけ
- ② 補修履歴データベースの運用方法

以下に各項目の詳細について記述する。

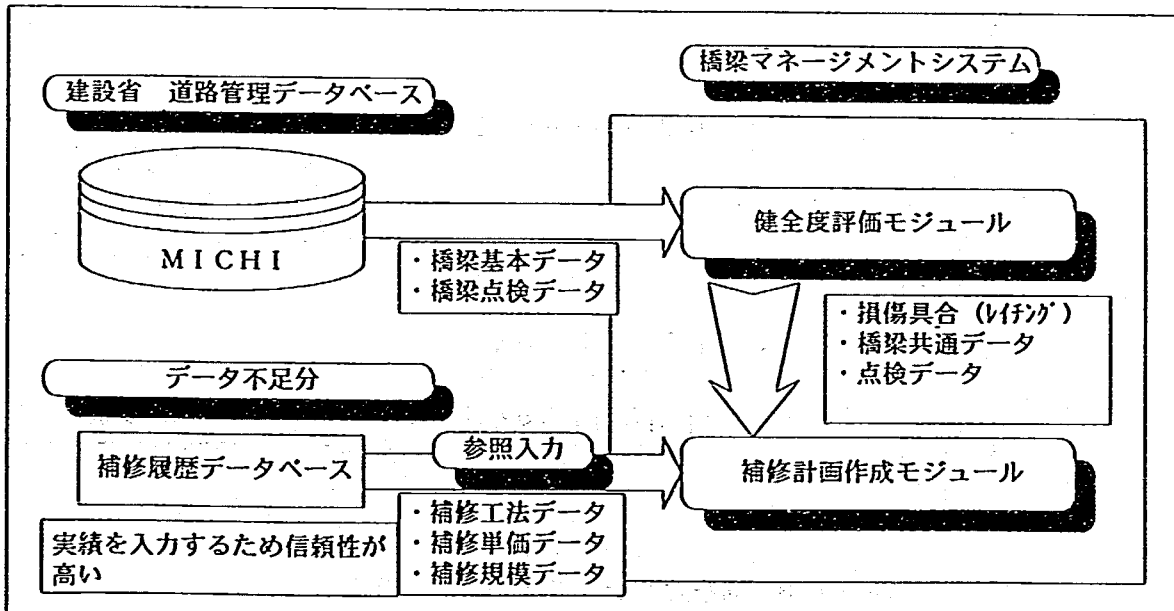
(1) 橋梁マネジメントシステムにおける補修履歴データベースの位置づけ

橋梁マネジメントシステムにおける補修履歴データベースの位置づけは、以下に示すとおりである。

【補修履歴データベースを設けない場合】



【補修履歴データベースを設けた場合】



図－7.1 補修履歴データベースの位置づけ

(2) 補修履歴データベースの運用方法

補修履歴データベースの運用方法は、以下に示すとおりである。

1) 補修計画データベース運用概要・手順

補修履歴データベースの運用概要は以下に示すとおりである。

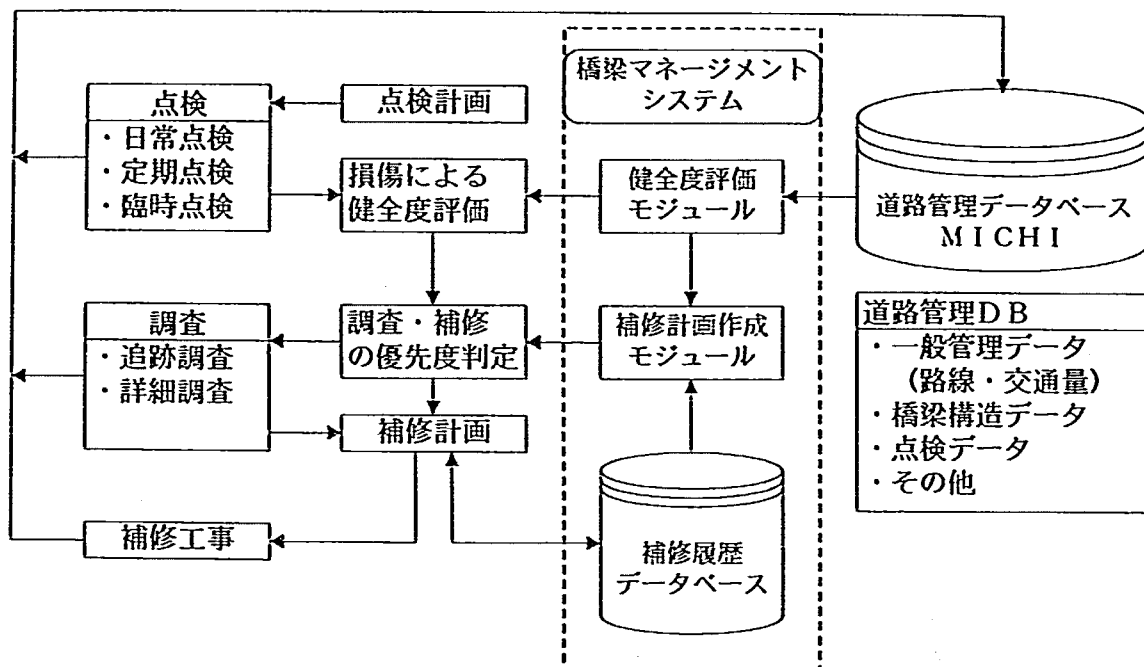


図-7.2 補修履歴データベース運用概要

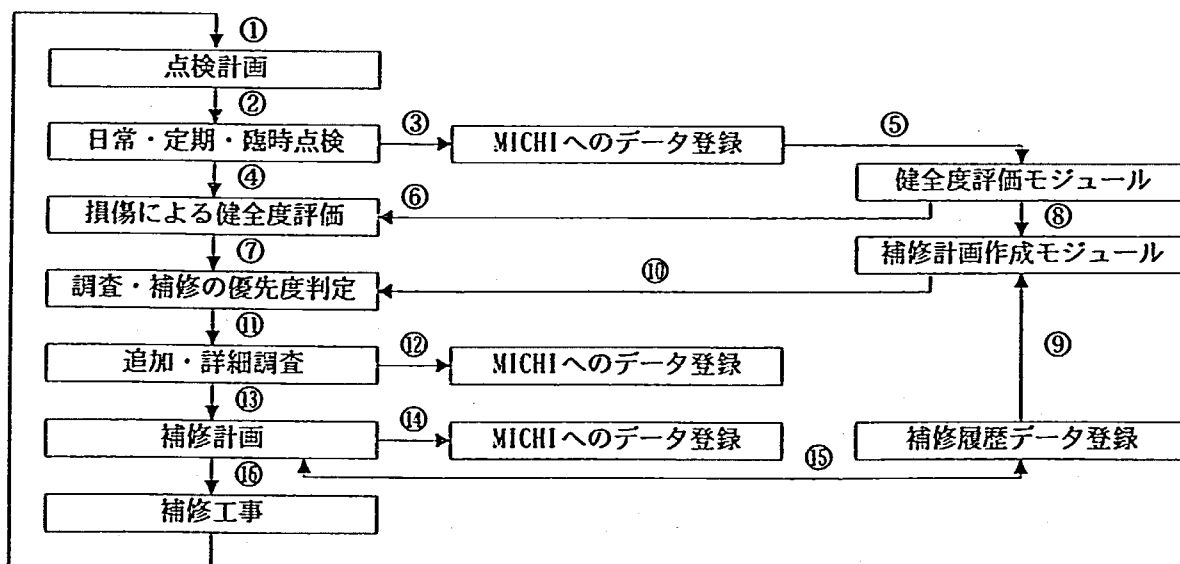


図-7.3 補修履歴データベース運用手順

表－7.1 運用手順

手順番号	運 用 手 順	備 考
①	日常・定期・臨時点検の計画を立てる。	
②	橋梁点検要領に基づき日常・定期・臨時点検を行う。	
③	点検結果を道路管理データベース「MICH」に投入する。	
④	点検結果及び橋梁点検要領に基づき健全度評価する。	
⑤	「MICH」より健全度評価モジュールにデータを受け渡す。	※BMS 用作業
⑥	健全度モジュールで算出した健全度を参考に補修の健全度を評価する。	※BMS 用作業
⑦	前項④、⑥で行った健全度結果を基に補修の優先度の判定を行う。	
⑧	健全度評価モジュールから補修計画作成モジュールにデータを受け渡す。	
⑨	補修履歴データを参照して、補修計画作成モジュールに「補修工法」及び「補修単価」等入力する。	※BMS 用作業
⑩	補修計画作成モジュールによる補修計画を参照に補修の優先度の判定を行う。	※BMS 用作業
⑪	前項⑩において追加及び詳細調査が必要と判断されたものについて再度検討し、追加調査及び詳細調査を行う。	
⑫	追加・詳細調査の結果を道路管理データベース「MICH」に投入する。	
⑬	追加・詳細照査の結果補修が必要と判断されたものについて補修計画を立てる。	
⑭	補修計画の内容を道路管理データベース「MICH」に投入する。	
⑮	補修計画の内容を補修履歴データベースに登録する。また、補修計画の支援としてデータベースからの過去の類似補修計画を参照する。	※BMS 用作業
⑯	補修計画に基づき、補修工事を行う。	

2) 補修履歴データベースの具体的運用

補修履歴データベースの使用方法として以下の項目が挙げられる。

- ① 「補修計画作成モジュール」での補修費用設定時に利用
- ② 補修計画設定時に利用

上記の各項目についての詳細については以下に示すとおりであり。

a) 「補修計画作成モジュール」での補修費用設定時に利用

上記利用方法として考えられる利用方法は以下に示すとおりである。

- ① 補修計画作成モジュールへの直接データの受け渡し
- ② 補修履歴データベースの参照のみ

補修履歴データベースの利用方法に関する検討内容は以下に示すとおりである。

補修計画のモジュールへの直接データの受け渡しは、利用者への作業削減等が考えられ、利用者へのメリットは非常に大きくなると考えられる。但し、これを実際に利用するとした場合、現状の「補修計画作成モジュールの」に登録している補修工法に整合性を持たせる必要があるため、補修履歴データベースの利用範囲が極端に縮小してしまう。これは、補修計画作成モジュールに登録している補修工法が一般的なもの又は劣化損傷を前提としてのものであり、実際に補修工事の内容を全て網羅するものではないためである。補修工事をデータベース化するメリットとして、過去の補修内容の蓄積及び過去の類似補修工事参照による補修計画の支援等が考えられる。このため、補修履歴データベースは「補修計画作成モジュール」に制限したものでなく、多方面の目的のため利用できるように作成すべきと考えられる。

以上のことより、補修履歴データベースは、「補修計画作成モジュール」の補修工法にこだわったものではなく、一般の補修工事の内容を登録できるように作成し、「補修計画作成モジュール」での利用は参照のみとする。

b) 補修計画設定時に利用

実際の補修計画を立てる場合、過去の補修工事事例は重要な資料となる。本補修履歴データベースは補修計画設定時に過去の補修工事事例の参照システムとして有効な利用が見込まれる。この際、紙による資料の参照では、当該資料の検索及び検討に非常に時間・労力を費やしてしまう。これをシステム化することにより該当項目により検討及び参照が非常にスムーズにできる他、紙面による管理ではないため資料の格納場所等の問題が生じない。

7. 2 補修履歴データベースの全体構成について

補修履歴データベースの全体構成は以下に示すとおりである。

なお、各機能の詳細については、次頁以降に示すとおりである。

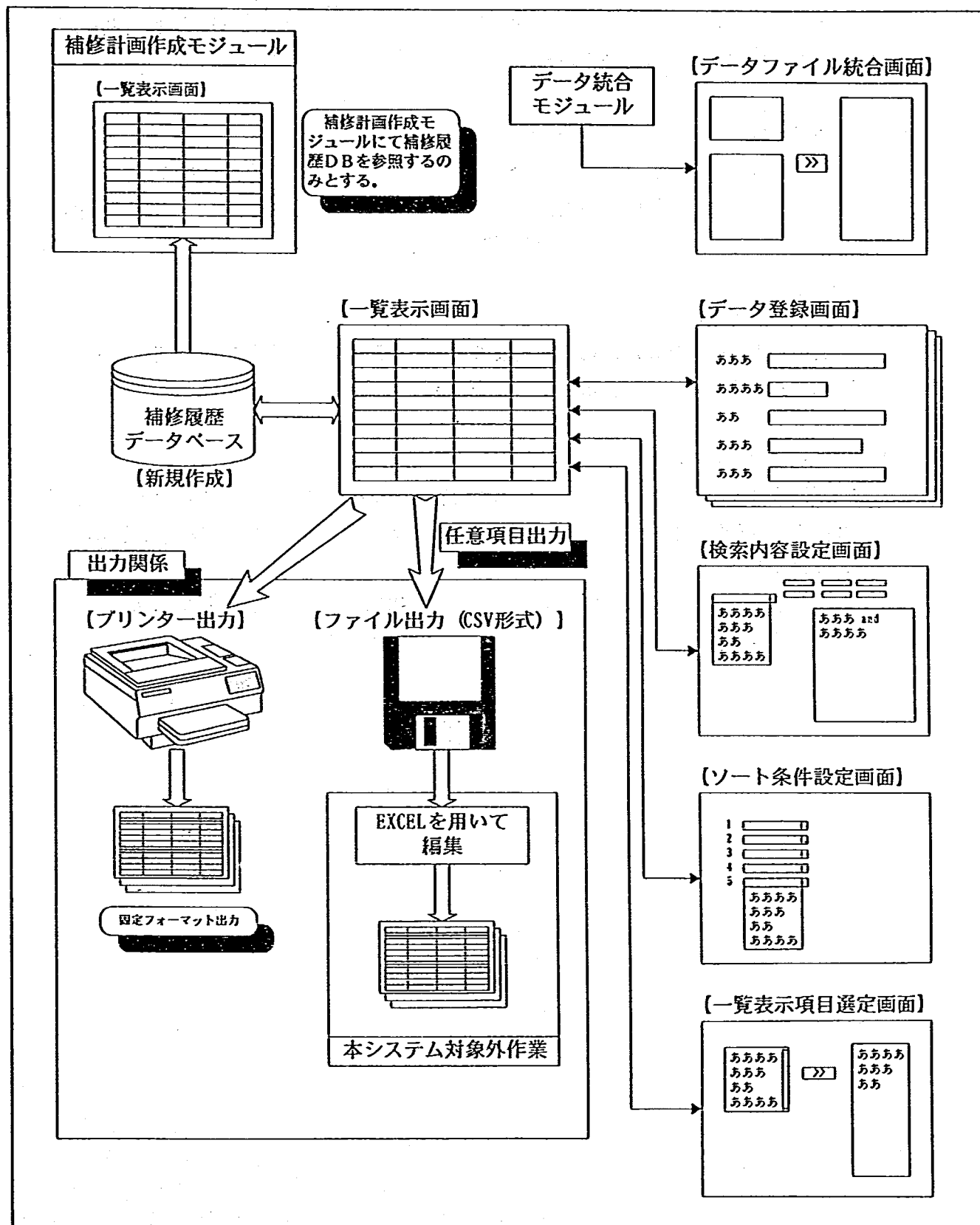


図-7.4 補修履歴データベースの全体構成

7. 3 補修履歴データベースと補修計画作成モジュールとの連携

「補修計画作成モジュール」で補修履歴データベースを利用する方法は、前検討結果より補修費用等のデータ参照のみ可能とする。この際、「補修計画作成モジュール」から補修履歴データベースをどの様に利用するかを検討を行う必要がある。以下に「補修計画作成モジュール」との連携方法についての詳細を示す。

(1) 補修履歴データベースの参照方法

「補修計画作成モジュール」から補修履歴データベースを参照する方法として、「メニューバー」に「補修履歴参照」項目を表示し、これを選択することにより「補修履歴データベース」の参照として補修履歴の一覧表画面（BMS側機能）を表示させる。

(2) 一覧表示内容について

前項（1）により表示される一覧表は、一覧表起動前に参照していた補修費用設定部位に対応するもののみ表示させるものとする。

(3) 一覧表に表示する項目

「補修計画作成モジュール」から補修履歴データベースを参照した場合の表示項目は補修費用設定に利用できる以下の項目とし、参照（検索・ソート等の機能は不可）のみ可能とする。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 橋梁名 | ② 補修部位 | ③ 損傷具合 | ④ 補修工法 |
| ⑤ 補修費用 | ⑥ 補修規模 | ⑦ 算出単位 | |

7. 4 補修履歴データベースに必要な機能の検討

補修履歴データベースに必要な機能として、以下の項目が挙げられる。

- ① データベースの基本的機能
- ② データベース管理に関する機能

各項目の詳細については以下に示すとおりである。

(1) データベースの基本的機能

データベースの基本的機能として、以下の項目が挙げられる。

1) データ入力機能

補修履歴データベースにデータを登録させるための入力画面を用意する。なお、入力画面は、出来るだけ入力作業に負担をかけないようにする必要がある。

2) 該当するデータの検索が迅速にできる検索機能

補修履歴の蓄積量が多くなった場合、当該する補修内容の参照が迅速に行うことができなくなるため、検索条件を設定し、当該補修内容の参照が迅速にできるようにする機能を設ける。なお、検索条件の複数設定も可能とする。

3) 類似データを並べて比較／検討ができるようにする一覧機能

補修内容を参照する際、類似補修内容の比較／検討を行い、最終的な補修工法及び補修費用の設定を行うと考えられるが、これを画面上で可能とするように検索結果の一覧表示機能を設ける。

4) 一覧表示項目選定機能

前項2)の一覧表示を行う際、画面サイズの大きさの制限により全てのデータを一度に表示することが不可能である（スクロールバーを利用）。このため、着目したい項目のみを一覧表できるように、一覧表示項目の指定ができるようにする。

5) ソート（並び替え）機能

検索結果の内容を補修年月日順に並び替える等、目的に応じた検索結果のソート作業を行うことができるようにする。なお、ソート項目の複数指定も可能とする。

【ソート項目】

データ項目	ソート方法
架設年度	架設年度が新しい順に並び替える。
補修日時	補修日時を新しい順位並び替える（補修完了年月日を利用）
補修費用	補修にかかった費用を大きい順位に並び替える
損傷具合 （レイティング）	損傷具合が大きい順位（レイティングⅡ→Ⅳ）に並び替える。
交通量	交通量の多い順に並び替える。

6) 一覧表の出力機能（固定フォーマット）

検索結果の一覧表を出力する。但し、出力項目に関しては予め設定したもののみ
の出力を可能とした固定フォーマット出力とする。このため、出力項目としては基本的
なものを考え、以下の項目を採用するものとする。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 橋梁名 | ② 補修部位 | ③ 損傷具合 | ④ 補修工法 |
| ⑤ 補修費用 | ⑥ 補修規模 | ⑦ 算出単位 | |

7) ファイル出力機能（CSV形式）

検索結果の一覧表を出力する。但し、前項5)とは異なり、EXCEL で読み込み可能
なCSV形式ファイルによる出力とする。これは、画面上で設定した一覧表示項目と同
じ項目の一覧表をファイル出力するものである。特徴としては、以下のとおりである。

- ① EXCEL により編集が可能のため、用途に応じて一覧表を自由に作成することが
できる。
- ② 画面で設定した任意の出力項目による一覧表出力が可能である。
- ③ EXCLE での読み込みでは、各セルに検索項目が割り当てられるのみであるため、
「セル幅の調整」、「罫線の作成」等の作業が必要となる。

(2) データベース管理に関する機能

データベース管理に関する機能として、以下の項目が挙げられる。

1) 補修工法の名称の異名2重入力を避ける機能

検索する際に補修工法で検索することが考えられるが、データ入力時に同じ補修工法に異なった名称（略名／正式名、全角／半角等）が入力された場合、正常に検索することができないため、これを防ぐような補助機能を設ける必要がある。

本機能の対象として考えられるデータ項目としては補修工法が考えられるため、補修工法を例に補助機能の概要を以下に述べる。

- ① 基本的に補修工法の入力はリストからの選択とする。
- ② 該当する補修工法がリスト内に存在していない場合は、このリスト内に新たに補修工法の登録をする。
- ③ 前項②で登録したデータは次回の利用より補修工法リストに登録されており、その他の登録補修工法と同様に利用することができる。

また、補修工法はある程度決まったものであるが、将来的に補修工法の増加・変更等が考えられるため、本データベースとしては、これらの補修工法の増加・変更に備え、この補修工法の名称を手入力させる機能を考えた。

2) 他のパソコンにより作成された補修履歴データベースとの統合機能

複数のマシンにより登録されたデータベースファイルを一つに統合する機能

本機能は複数のファイルを1つのファイルに統合する機能であり、この際に生じる同補修内容2重登録のチェックも同時に行うものとし、チェック判定は以下の項目により判断するものとする。このため、下記項目が全て同じデータは同じデータとして判断され、片方のデータが自動的に削除する。

- | | |
|-----------|-----------|
| ① 橋梁名 | ② 補修工法名 |
| ③ 補修部位 | ④ 損傷具合 |
| ⑤ 補修開始年月日 | ⑥ 補修完了年月日 |

なお、本統合機能はあくまでも補修データベースの統合機能であるが、補修工法の選択リスト等の入力支援データベースの統合も含むものとする。（入力支援データベースの2重入力チェック機能についても考慮する）

7. 5 補修履歴データベースのデータ項目選定

補修履歴データベースに必要となるデータ項目に検討を行う。

なお、補修履歴データベースに必要となるデータ項目の分類としては下記項目が挙げられる。

- ① 補修工法に関するデータ
- ② 補修費用算出に必要となるデータ
- ③ 損傷内容に関するデータ
- ④ 補修橋梁に関する主要データ
- ⑤ 登録したデータを検索する際に必要となるデータ
- ⑥ 補修日時に関するデータ
- ⑦ 間接的に補修費用に含まれるデータ（足場等）

（1）補修工法に関するデータ

補修工法に関するデータは、下表に示すとおりである。

データ項目	概 要	採用
補修工法名	補修工法の名称	
補修工法の概要	当該補修工法の特徴等の概要	
特記事項	当該補修工法の内容として特に記述しておくべき事項	

（2）補修費用算出に必要となるデータ

補修費用算出に必要となるデータは、下表に示すとおりである。

データ項目	概 要	採用
補修費用(労務費)	補修・補強工事に費やした補修費用（労務費）	
補修費用(材料費)	補修・補強工事に費やした補修費用（材料費）	
補修費用 （直接経費）	補修・補強工事に費やした補修費用（直接経費）	
補修規模	補修を行った規模（規模単位に依存する）	
規模単位	補修規模の単位（面積、鋼重、橋面積等）	

(3) 損傷内容に関するデータ

損傷内容に関するデータは、下表に示すとおりである。

データ項目	概 要	採用
補修部位	損傷のため補修した部位	
損傷具合 (レイチング)	補修を行った部材の損傷具合 (レイチング)	

(4) 補修橋梁に関する主要データ

補修橋梁に関するデータは、下表に示すとおりである。

データ項目	概 要	採用
橋梁名	補修した橋梁の名称	
橋長	補修した橋梁の橋長	
橋面積	補修した橋梁の橋面積	
適用示方書	補修した橋梁の設計に用いた適用示方書	
交通量	補修した橋梁の1日当たりの交通量	
路線番号	補修した橋梁の路線番号	
架設年度	補修した橋梁の架設年度	

(5) 登録したデータを検索する際に必要となるデータ

検索に必要なデータは、下表に示すとおりである。

データ項目	概 要	採用
橋梁名 (仮名)	補修した橋梁の名称 (仮名)	

(6) 補修日時に関するデータ

補修日時に関するデータは、下表に示すとおりである。

データ項目	概 要	採用
補修開始年月日	補修・補強工事を開始した年月日	
補修完了年月日	補修・補強工事が完了した年月日	

(7) 間接的に補修費用に含まれるデータ

間接的に補修費用に含まれるデータは、下表に示すとおりである。

データ項目	概 要	採用
共通仮設費	補修・補強工事に使用した共通仮設費 ・運搬費、準備費、安全費、営繕費等	
現場管理費	補修・補強工事に使用した現場管理費 ・労務管理費、保険費、補償費等	

2) 入力支援データの登録画面

データを登録する際にある程度決まっているものをキーボードからいちいち入力させるのは効率が悪いと考えられる。このため、これらのデータの入力する際のデータ入力支援データベースを考える。その項目については以下に示すとおりである。

【入力支援データベースを考えるデータ項目】

入力支援データベースを考えるデータ項目は以下に示すとおりである。これは、将来的に選択項目が増加する可能性があるものを選択した。

- ① 補修工法名
- ② 規模単位
- ③ 損傷部位
- ④ 適用示方書

8. 評価及び更新

8. 1 平成7年度までの評価及び更新

1) 健全度の専門家評価とシステム評価結果

専門家とシステムの健全度評価結果は表-8.1.1に示す通りである。

なお、表-8.1.1より、次に示す項目を判断することができる。

- ① 専門家評価の最高点（損傷が無い場合）は、85点である。
- ② 専門家の全体評価点は、各部位の評価点中で最小の評価点を用いている。

これより、専門家は以下の様な考えに基づいて評価点を算定しているものと考えられる。

- a) 損傷が全く無くても新設橋（健全度100）とは異なるため、これを考慮して意図的に新設橋と区別している（損傷無しでも最高85点）。この様な現象が生じた理由としては、以下に示す得点の目安の受け取り方が多様にあるためだと考えられる。

（得点の目安）

- 100～90点 : ほぼ新橋状態で、問題なし。
- 90～80点 : 若干の劣化は認められるが、特に問題なし。
- 80～70点 : 現状で供用可能だが、継続的な点検が必要である。
- 70～60点 : 現状で供用可能だが、軽微な補修が望ましい。
- 60～50点 : 現状で供用可能だが、補修が望ましい。
- 50～40点 : 現状で当面、許容可能だが、至急、補修が必要である。
- 40～20点 : 現状では供用可能で、補修が必要
- 20～0点 : 現状では供用不可能で、大規模な補修・架替えが必要である。

このため、この専門家評価にシステム評価点を合わせることは現状の考え方では困難であると考えられる。

- b) 各部位の減点数を加算して全体の評価点を求める方法をとっていない理由としては、次に示すとおりである。

① 損傷程度が不明確になる

減点数を加算して全体の健全度算出すると、重要な損傷内容が存在するか否か不明確になる（複数の損傷により求められている評価点か、または1つの減点数により求められている減点数かの判断が不可能である）。

② 健全度評価対象部位の設定が細かすぎる。

専門家が健全度評価を行う場合、実際の補修を見越した健全度の

作成を行っている。すなわち、実際に補修する際は、主桁、床版、下部工単位に行うため、このような細部部位の健全度評価はあまり必要性が無いと考えられる。また、専門家がシステム側に合わせた部位の評価点の算出はとても困難であり、正確性を欠いてしまう可能性がある。このため、専門家の評価点は主要部位の評価点から各細部部位へフィードバックする事により求めている。

〇〇国道工事事務所 (1/3)

No.	橋梁名	構造	路線	竣工 (昭和)	点検	経過 年	専門家の評価										システムの評価										橋梁 種別	総径 間数	適用 示方第	橋長 (m)		
							全体 評価	上部工					下部工					全体 評価	上部工					下部工								
								全体	主桁	支承	縦桁	横桁	床版	全体	躯体	基礎	全体		主桁	支承	縦桁	横桁	床版	全体	躯体	基礎						
1	01高架橋	1	2号	52	H.5	16	63	63	75	63		85	78	63	63		87	92	95	100		100	96	95	92		2	34	41	943		
2	01高架橋	2	2号	52	H.5	16	61	61	85	63		72	61	63	63		67	76	100	100		92	72	91	85		2	34	41	943		
3	01高架橋	3	2号	52	H.5	16	63	63	63	63		63	63	63	63		68	73	91	100		82	88	95	92		2	34	41	943		
4	01高架橋	4	2号	52	H.5	16	58	58	85	58		62	63	63	63		72	83	100	100		88	85	89	82		2	34	41	943		
5	01高架橋	5	2号	52	H.5	16	59	59	72	63		85	59	63	63		79	84	95	100		100	85	95	92		2	34	41	943		
6	01高架橋	6	2号	52	H.5	16	63	63	72	63		63	63	63	63		70	75	95	100		82	85	95	92		2	34	41	943		
7	01高架橋	7	2号	52	H.5	16	61	62	72	63		63	62	61	61		61	77	95	100		82	88	84	74		2	34	41	943		
8	01高架橋	8	2号	52	H.5	16	61	62	63	63		72	62	61	61		68	76	89	100		92	88	92	87		2	34	41	943		
9	01高架橋	9	2号	52	H.5	16	61	63	85	63		63	63	61	61		73	82	100	100		82	88	91	85		2	34	41	943		
10	01高架橋	10	2号	52	H.5	16	61	63	85	63		72	63	61	61		78	87	100	100		92	88	91	85		2	34	41	943		
11	01高架橋	11	2号	52	H.5	16	61	61	85	63		75	61	63	63		82	87	100	100		92	88	95	92		2	34	41	943		
12	01高架橋	12	2号	52	H.5	16	61	62	63	63		72	62	61	61		63	81	94	100		92	88	82	70		2	34	41	943		
13	01高架橋	13	2号	52	H.5	16	58	63	85	63		63	63	58	58		57	82	100	100		82	88	75	59		2	34	41	943		
14	01高架橋	14	2号	52	H.5	16	58	62	62	63		63	62	58	58		42	59	86	100		68	85	83	72		2	34	41	943		
15	01高架橋	15	2号	52	H.5	16	62	62	63	63		63	62	63	63		58	73	94	100		82	83	85	75		2	34	41	943		
16	01高架橋	16	2号	52	H.5	16	63	63	63	63		71	63	63	63		51	66	79	100		92	88	85	75		2	34	41	943		
17	01高架橋	17	2号	52	H.5	16	63	63	63	63		63	63	63	63		45	65	86	100		82	83	80	67		2	34	41	943		
18	01高架橋	18	2号	52	H.5	16	63	63	63	63		63	63	63	63		55	73	94	100		82	83	82	70		2	34	41	943		
19	01高架橋	19	2号	52	H.5	16	63	63	85	63		63	63	63	63		67	82	100	100		82	88	85	75		2	34	41	943		
20	01高架橋	20	2号	52	H.5	16	63	63	63	63		72	63	63	63		61	76	94	100		82	88	85	75		2	34	41	943		
21	01高架橋	21	2号	52	H.5	16	62	62	63	63		73	62	63	63		66	81	94	100		92	88	85	75		2	34	41	943		
22	01高架橋	22	2号	52	H.5	16	61	63	68	63		63	63	61	61		41	63	88	100		82	78	78	64		2	34	41	943		
23	01高架橋	24	2号	52	H.5	16	62	62	85	63		85	62	63	63		72	89	100	100		100	85	83	72		2	34	41	943		
24	01高架橋	25	2号	52	H.5	16	58	62	62	63		75	62	58	58		59	81	94	100		92	88	78	64		2	34	41	943		
25	01高架橋	27	2号	52	H.5	16	63	63	63	63		73	63	63	63		59	76	89	100		92	88	83	72		2	34	41	943		
26	01高架橋	28	2号	52	H.5	16	63	63	63	63		72	63	63	63		56	71	89	100		82	88	85	75		2	34	41	943		
27	01高架橋	29	2号	52	H.5	16	62	63	85	63		73	63	62	62		68	82	100	100		82	88	86	77		2	34	41	943		
28	01高架橋	30	2号	52	H.5	16	63	63	85	63		73	63	63	63		69	87	100	100		92	88	82	70		2	34	41	943		
29	01高架橋	31	2号	52	H.5	16	63	63	72	63		72	68	63	63		64	79	95	100		92	83	85	75		2	34	41	943		
30	01高架橋	32	2号	52	H.5	16	63	63	75	63		63	63	63	63		57	77	95	100		82	88	80	67		2	34	41	943		
31	01高架橋	33	2号	52	H.5	16	63	63	85	63		73	65	63	63		68	79	100	100		82	83	89	82		2	34	41	943		
32	01高架橋	34	2号	52	H.5	16	62	62	85	63		63	62	63	63		44	75	100	100		82	78	69	48		2	34	41	943		
33	02高架橋	1	2号	53	H.5	15	59	63	73	63		73	71	59	59		64	84	95	100		92	90	80	67		2	17	41	334		
34	02高架橋	2	2号	53	H.5	15	62	62	62	63		63	71	63	63		51	65	86	100		82	83	86	77		2	17	41	334		
35	02高架橋	3	2号	53	H.5	15	63	63	72	63		63	65	65	65		41	61	92	100		72	76	80	67		2	17	41	334		

表-8.1.1(2) 専門家とシステムの健全度評価結果一覧

〇〇国道工事事務所 (2/3)

No.	橋梁名	構造	路線	竣工 (年)	点検	経過 年	専門家の評価										システムの評価										橋梁 種別	総径 間数	適用 示方書	橋長 (m)
							全体 評価	上部工					下部工			全体 評価	上部工					下部工								
								全体	主桁	支承	縦桁	横桁	床版	全体	躯体		基礎	全体	主桁	支承	縦桁	横桁	床版	全体	躯体	基礎				
36	02高架橋	4	2号	53	H.5	15	63	63	75	63		75	65	63	63		57	77	95	100		92	80	80	67		2	17	41	334
37	02高架橋	5	2号	53	H.5	15	63	63	73	63		65	65	63	63		55	73	95	100		78	85	82	70		2	17	41	334
38	02高架橋	6	2号	53	H.5	15	63	63	63	63		72	65	63	63		42	56	79	100		82	80	86	77		2	17	41	334
39	02高架橋	7	2号	53	H.5	15	63	63	68	63		72	65	63	63		54	68	89	100		92	76	86	77		2	17	41	334
40	02高架橋	8	2号	53	H.5	15	61	63	69	63		72	72	61	61		59	74	82	100		92	95	85	75		2	17	41	334
41	02高架橋	9	2号	53	H.5	15	61	63	69	63		72	65	61	61		64	84	95	100		92	90	80	67		2	17	41	334
42	02高架橋	10	2号	53	H.5	15	63	63	85	63		72	65	63	63		55	75	100	100		72	85	80	67		2	17	41	334
43	02高架橋	11	2号	53	H.5	15	63	63	68	63		72	72	63	63		64	84	95	100		92	90	80	67		2	17	41	334
44	02高架橋	12	2号	53	H.5	15	63	63	72	63		72	63	63	63		59	79	95	100		92	83	80	67		2	17	41	334
45	02高架橋	13	2号	53	H.5	15	63	63	69	63		69	69	63	63		64	84	95	100		92	90	80	67		2	17	41	334
46	02高架橋	14	2号	53	H.5	15	63	63	85	63		72	65	63	63		72	87	100	100		92	88	85	75		2	17	41	334
47	02高架橋	15	2号	53	H.5	15	63	63	85	63		72	71	63	63		69	89	100	100		92	90	80	67		2	17	41	334
48	02高架橋	16	2号	53	H.5	15	63	63	85	63		72	63	63	63		63	77	100	100		82	80	86	77		2	17	41	334
49	02高架橋	17	2号	53	H.5	15	58	63	85	63		63	63	58	58		46	77	100	100		72	88	69	48		2	17	41	334
50	03大橋	1	2号	37	H.6	32	61	61	85	61		85	72	85	85		89	89	100	87		100	90	100	100		1	12	12	465
51	03大橋	2	2号	37	H.6	32	61	61	85	61		85	63	72	72		71	82	100	87		100	80	89	82		1	12	12	465
52	03大橋	3	2号	37	H.6	32	69	69	85	69		71	72	85	85		76	79	100	94		86	83	97	95		1	12	12	465
53	03大橋	4	2号	37	H.6	32	61	61	85	61		71	71	75	75		69	74	100	87		86	79	95	92		1	12	12	465
54	03大橋	5	2号	37	H.6	32	62	62	85	71		85	62	75	75		71	76	100	94		100	69	95	92		1	12	12	465
55	03大橋	6	2号	37	H.6	32	51	51	85	51		85	65	75	75		78	83	100	94		100	79	95	92		1	12	12	465
56	03大橋	7	2号	37	H.6	32	51	51	85	51		85	62	75	75		69	81	100	94		100	76	88	80		1	12	12	465
57	03大橋	8	2号	37	H.6	32	59	59	85	85		85	59	75	75		83	88	100	100		100	83	95	92		1	12	12	465
58	03大橋	9	2号	37	H.6	32	62	62	85	85		85	62	85	85		85	85	100	100		100	79	100	100		1	12	12	465
59	03大橋	10	2号	37	H.6	32	63	63	85	85		85	63	81	81		80	83	100	100		100	76	97	95		1	12	12	465
60	03大橋	11	2号	37	H.6	32	63	63	85	71		85	63	71	71		72	81	100	94		100	76	91	85		1	12	12	465
61	03大橋	12	2号	37	H.6	32	58	58	85	58		85	68	59	59		74	87	100	87		100	88	87	79		1	12	12	465
62	04跨線橋	1	2号	37	H.6	32	62	62	85	85		85	62	85	85		81	81	100	100		100	73	100	100		1	1	12	21
63	04跨線橋	1	2号	37	H.6	32	48	48	83	48		83	58	75	75		73	78	98	80		100	80	95	92		1	1	12	21
64	05橋	1	30号	33	H.6	36	55	55	55	58	85	85	58	85	85		65	70	100	87	100	100	63	95	92		1	3	12	180
65	05橋	2	30号	33	H.6	36	58	58	85	58	85	85	58	85	85												1	3	12	180
66	05橋	3	30号	33	H.6	36	55	55	55	58	85	85	58	85	85												1	3	12	180
67	06跨線橋	1	30号	36	H.6	33	81	81	81	85			85	85		97	97	97	100				100	100		1	14	12	184	
68	06跨線橋	2	30号	36	H.6	33	85	85	85	85			85	85												1	14	12	184	
69	06跨線橋	3	30号	36	H.6	33	75	85	85	85			75	75		95	100	100	100				95	92		1	14	12	184	
70	06跨線橋	4	30号	36	H.6	33	71	85	85	85			71	71		95	100	100	100				95	92		1	14	12	184	

表- 8.1.1(3) 専門家とシステムの健全度評価結果一覧

〇〇国道工事事務所 (3/3)

No.	橋梁名	構造	路線	竣工 (昭和)	点検	経過 年	専門家の評価										システムの評価										橋梁 種別	総径 間数	適用 示方書	橋長 (m)			
							全体 評価	上部工						下部工				全体 評価	上部工						下部工								
								全体	主桁	支承	縦桁	横桁	床版	全体	躯体	基礎	全体		主桁	支承	縦桁	横桁	床版	全体	躯体	基礎							
71	06跨線橋	5	30号	36	H.6	33	85	85	85	85				85	85											1	14	12	184				
72	06跨線橋	6	30号	36	H.6	33	85	85	85	85				85	85											1	14	12	184				
73	06跨線橋	7	30号	36	H.6	33	85	85	85	85				85	85		97	97	97	100				100	100		1	14	12	184			
74	06跨線橋	8	30号	36	H.6	33	71	71	85	85	85	85	71	85	85		95	95	100	100	100	100	93	100	100		1	14	12	184			
75	06跨線橋	9	30号	36	H.6	33	85	85	85	85				85	85												1	14	12	184			
76	06跨線橋	10	30号	36	H.6	33	62	85	85	85				62	62		89	100	100	100				89	82		1	14	12	184			
77	06跨線橋	11	30号	36	H.6	33	62	85	85	85				62	62		94	100	100	100				94	90		1	14	12	184			
78	06跨線橋	12	30号	36	H.6	33	85	85	85	85				85	85		97	100	100	100				97	95		1	14	12	184			
79	06跨線橋	13	30号	36	H.6	33	62	85	85	85				62	62		94	100	100	100				94	90		1	14	12	184			
80	06跨線橋	14	30号	36	H.6	33	75	85	85	85				75	75		95	100	100	100				95	92		1	14	12	184			
81	07橋	1	30号	33	H.6	36	85	85	85	85				85	85		97	97	97	100				100	100		1	2	12	16			
82	07橋	2	30号	33	H.6	36	58	75	75	85				58	58		84	94	94	100				90	83		1	2	12	16			
83	08橋	1	30号	41	H.6	28	48	48	48	62	85	85	58	72	72		80	86	100	100	100	100	80	94	90		1	3	12	110			
84	09橋	1	30号	43	H.6	26	58	58	58	83				62	62		58	73	89	100			100	78	85	75		1	1	13	27		
85	10橋	1	53号	43	H.6	26	62	62	85	62				85	71	85	85		98	98	100	94			100	100	100	100		1	3	13	65
86	10橋	2	53号	43	H.6	26	58	58	85	85				85	58	85	85		87	87	100	100			100	82	100	100		1	3	13	65
87	10橋	3	53号	43	H.6	26	71	71	85	85				85	71	85	85		90	90	100	100			100	86	100	100		1	3	13	65
88	11橋	1	53号	40	H.6	29	58	58	85	61				85	58	81	81		70	73	100	90			100	66	97	95		1	5	13	133
89	11橋	2	53号	40	H.6	29	58	58	85	68				85	58	85	85		70	70	100	90			100	62	100	100		1	5	13	133
90	11橋	3	53号	40	H.6	29	58	58	85	58				85	58	75	75		56	66	100	84			100	59	90	84		1	5	13	133
91	11橋	4	53号	40	H.6	29	58	58	69	58				85	58	62	62		61	67	96	84			100	66	94	90		1	5	13	133
92	11橋	5	53号	40	H.6	29	58	58	81	58				85	58	72	72		62	68	98	90			100	62	94	90		1	5	13	133
93	12橋	1	53号	10	H.6	59	58	58	72	58				85	72	85	85		80	80	95	90			100	83	100	100		1	3	10	33
94	12橋	2	53号	10	H.6	59	58	58	75	58				85	58	58	58		63	77	94	90			100	80	86	77		1	3	10	33
95	12橋	3	53号	10	H.6	59	55	55	72	55				85	58	62	62		57	67	89	90			100	73	90	83		1	3	10	33
96	13橋	1	53号	38	H.6	31	58	58	85	85				85	58	65	65		78	91	100	100			100	88	87	79		1	2	12	20
97	13橋	2	53号	38	H.6	31	58	58	85	85				85	58	82	82													1	2	12	20
98	14橋	1	53号	45	H.6	24	62	62	85	62				85	62	62	62		77	77	100	87			100	73	100	100		1	4	13	127
99	14橋	2	53号	45	H.6	24	63	63	85	85				85	63	85	85		84	84	100	100			100	78	100	100		1	4	13	127
100	14橋	3	53号	45	H.6	24	62	62	85	85				85	62	85	85		84	84	100	100			100	78	100	100		1	4	13	127
101	14橋	4	53号	45	H.6	24	58	58	85	58				85	62	63	63		66	82	100	94			100	78	84	74		1	4	13	127

(橋梁種別)

(適用示方書)

1 : 插

10:大正15年道路構造に関する細則案

4 1 : 昭和 4 7 年道路橋示方書

2 : 高架橋

12:昭和31年鋼道路橋設計示方書

3 : 栈道插

13 : 昭和39年鋼道路橋設計示方書 (改訂)

2) 専門家評価点とシステム評価点の比較

専門家評価点とシステム評価点の比較結果は、表－ 8.1.2 に示すとおりである。

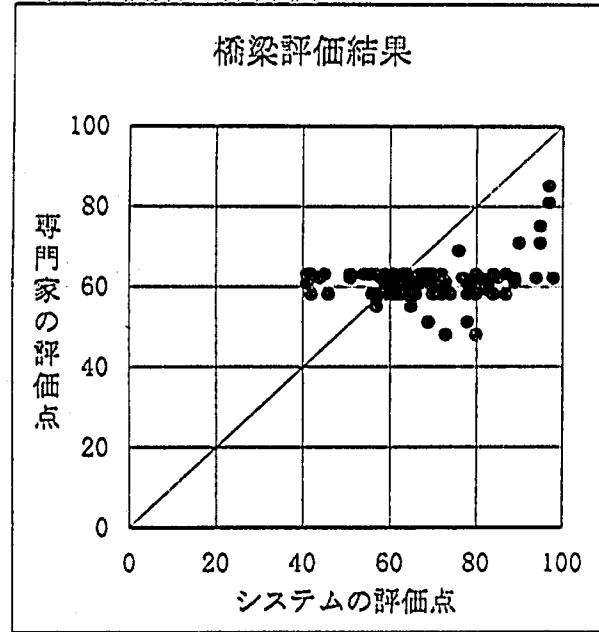
なお、表－ 8.1.2 より、次に示すことを判断することができる。

- ① システム側の評価点の方が専門家の評価点より全体的に高い。
- ② 専門家の評価点は、点数のばらつきが無い（60点前後に健全度が集まっている）。

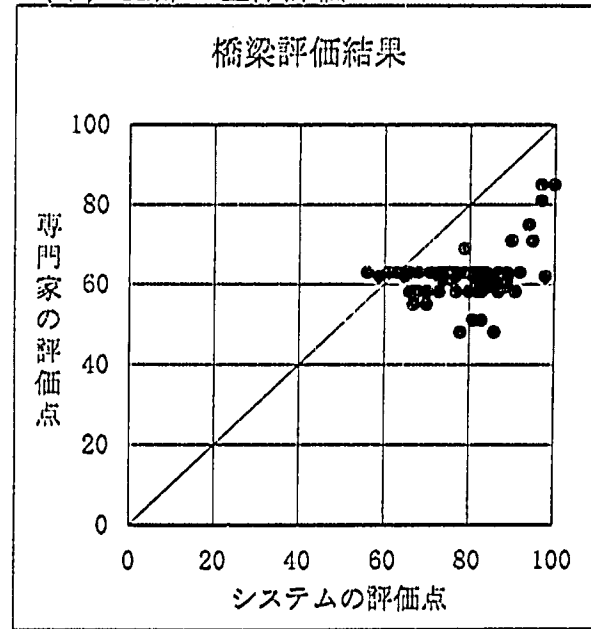
上記の結果が得られた理由としては一人の専門家の評価点にて検討した結果と考えられる。

表－ 8.1.2 専門家評価点とシステム評価点の比較グラフ

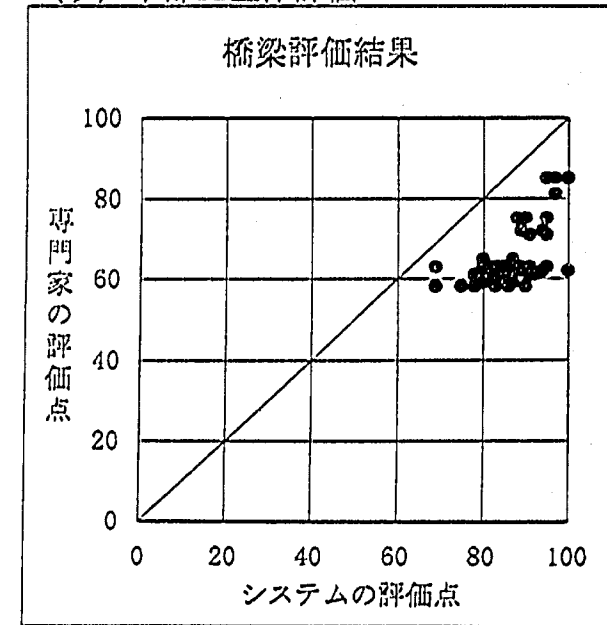
(ア) 橋梁全体評価



(イ) 上部工全体評価



(ウ) 下部工全体評価



3) 各部位毎にまとめた損傷内容と専門家の評価点

各部位毎にまとめた損傷内容と専門家の評価点は、表－ 8.1.3 に示すとおりである。

なお、表－ 8.1.3 より、次に示すことを判断することができる。

- ① 部位毎の評価点は、部位内での最大減点数をもつ損傷のみを考えている。

上記結果が得られた理由としては、前項 1) b) と同様であると考えられる。

表- 8.1.3 (1) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○床版に着目 (1/5)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
1	0 1 高架橋	1	52	78	コンクリート床版	床版ひびわれ	4
2	0 1 高架橋	2	52	61	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	2
						遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
						漏水・滞水	2
3	0 1 高架橋	3	52	63	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
4	0 1 高架橋	4	52	63	コンクリート床版	遊離石灰	2
						漏水・滞水	2
5	0 1 高架橋	5	52	59	コンクリート床版	遊離石灰	2
						漏水・滞水	2
6	0 1 高架橋	6	52	63	コンクリート床版	遊離石灰	2
						漏水・滞水	2
7	0 1 高架橋	7	52	62	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
8	0 1 高架橋	8	52	62	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
9	0 1 高架橋	9	52	63	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
10	0 1 高架橋	10	52	63	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
11	0 1 高架橋	11	52	61	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
12	0 1 高架橋	12	52	62	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
13	0 1 高架橋	13	52	63	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
14	0 1 高架橋	14	52	62	コンクリート床版	遊離石灰	2
						漏水・滞水	2
15	0 1 高架橋	15	52	62	コンクリート床版	遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
						漏水・滞水	2
16	0 1 高架橋	16	52	63	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
17	0 1 高架橋	17	52	63	コンクリート床版	遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
						漏水・滞水	2
18	0 1 高架橋	18	52	63	コンクリート床版	遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
						漏水・滞水	2
19	0 1 高架橋	19	52	63	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
20	0 1 高架橋	20	52	63	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
21	0 1 高架橋	21	52	62	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
22	0 1 高架橋	22	52	63	コンクリート床版	遊離石灰	2
						床版ひびわれ	3
						漏水・滞水	2
23	0 1 高架橋	24	52	62	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	2

表 - 8.1.3 (2) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○床版に着目 (2/5)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
24	0 1 高架橋	25	52	62	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
25	0 1 高架橋	27	52	63	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
26	0 1 高架橋	28	52	63	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
27	0 1 高架橋	29	52	63	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
28	0 1 高架橋	30	52	63	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
29	0 1 高架橋	31	52	68	コンクリート床版	遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
						漏水・滯水	2
30	0 1 高架橋	32	52	63	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
31	0 1 高架橋	33	52	65	コンクリート床版	遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
						漏水・滯水	2
32	0 1 高架橋	34	52	62	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	2
						漏水・滯水	2
33	0 2 高架橋	1	53	71	コンクリート床版	遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
34	0 2 高架橋	2	53	71	コンクリート床版	遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
						漏水・滯水	2
35	0 2 高架橋	3	53	65	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
						漏水・滯水	2
36	0 2 高架橋	4	53	65	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
37	0 2 高架橋	5	53	65	コンクリート床版	遊離石灰	2
						漏水・滯水	2
38	0 2 高架橋	6	53	65	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
39	0 2 高架橋	7	53	65	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
						漏水・滯水	2
40	0 2 高架橋	8	53	72	コンクリート床版	遊離石灰	3
41	0 2 高架橋	9	53	65	コンクリート床版	遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
42	0 2 高架橋	10	53	65	コンクリート床版	遊離石灰	2
						漏水・滯水	2
43	0 2 高架橋	11	53	72	コンクリート床版	遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
44	0 2 高架橋	12	53	63	コンクリート床版	遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4

表－8.1.3(3) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○床版に着目(3/5)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
						漏水・滞水	2
45	0 2 高架橋	13	53	69	コンクリート床版	遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
46	0 2 高架橋	14	53	65	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
47	0 2 高架橋	15	53	71	コンクリート床版	遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
48	0 2 高架橋	16	53	63	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
49	0 2 高架橋	17	53	63	コンクリート床版	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
50	0 3 大橋	1	37	72	コンクリート床版	遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
51	0 3 大橋	2	37	63	コンクリート床版	遊離石灰	3
						床版ひびわれ	3
						漏水・滞水	2
52	0 3 大橋	3	37	72	コンクリート床版	遊離石灰	3
						豆板・空洞	3
						床版ひびわれ	4
53	0 3 大橋	4	37	71	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	2
						遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
54	0 3 大橋	5	37	62	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	2
						遊離石灰	3
						床版ひびわれ	3
						漏水・滞水	2
55	0 3 大橋	6	37	65	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	2
						遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
56	0 3 大橋	7	37	62	コンクリート床版	遊離石灰	3
						豆板・空洞	3
						床版ひびわれ	4
						漏水・滞水	2
57	0 3 大橋	8	37	59	コンクリート床版	遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
						漏水・滞水	2
58	0 3 大橋	9	37	62	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	4
						遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
						漏水・滞水	2
59	0 3 大橋	10	37	63	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
						漏水・滞水	2
60	0 3 大橋	11	37	63	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						床版ひびわれ	4
						漏水・滞水	2
61	0 3 大橋	12	37	68	コンクリート床版	遊離石灰	3
						床版ひびわれ	3

表- 8.1.3 (4) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○床版に着目 (4/5)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
62	0 4 跨線橋	1	37	62	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						床版ひびわれ	3
						漏水・滯水	2
63	0 4 跨線橋	1	37	58	コンクリート床版	遊離石灰	2
						床版ひびわれ	4
						漏水・滯水	2
64	0 5 橋	1	33	58	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	2
						豆板・空洞	3
						床版ひびわれ	3
						漏水・滯水	2
65	0 5 橋	2	33	58			
66	0 5 橋	3	33	58			
67	0 6 跨線橋	1	36			—	—
68	0 6 跨線橋	2	36				
69	0 6 跨線橋	3	36			—	—
70	0 6 跨線橋	4	36			—	—
71	0 6 跨線橋	5	36				
72	0 6 跨線橋	6	36				
73	0 6 跨線橋	7	36			—	—
74	0 6 跨線橋	8	36	71	鋼床版	腐食	3
75	0 6 跨線橋	9	36				
76	0 6 跨線橋	10	36			—	—
77	0 6 跨線橋	11	36			—	—
78	0 6 跨線橋	12	36			—	—
79	0 6 跨線橋	13	36			—	—
80	0 6 跨線橋	14	36			—	—
81	0 7 橋	1	33			—	—
82	0 7 橋	2	33			—	—
83	0 8 橋	1	41	58	コンクリート床版	遊離石灰	3
						床版ひびわれ	3
						漏水・滯水	2
84	0 9 橋	1	43	58	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	2
						床版ひびわれ	3
85	1 0 橋	1	43	71		—	—
86	1 0 橋	2	43	58	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						床版ひびわれ	2
87	1 0 橋	3	43	71		剥離・鉄筋露出	3
						床版ひびわれ	3
88	1 1 橋	1	40	58	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	2
						豆板・空洞	2
						床版ひびわれ	3
89	1 1 橋	2	40	58	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	2
						遊離石灰	2
						床版ひびわれ	2
						漏水・滯水	2
90	1 1 橋	3	40	58	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	2

表- 8.1.3(5) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点

○床版に着目 (5/5)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
						豆板・空洞	3
						床版ひびわれ	2
						漏水・滞水	2
91	1 1 橋	4	40	58	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	2
						遊離石灰	2
						床版ひびわれ	3
92	1 1 橋	5	40	58	コンクリート床版	漏水・滞水	2
						剥離・鉄筋露出	2
						遊離石灰	2
93	1 2 橋	1	10	72	コンクリート床版	豆板・空洞	3
						床版ひびわれ	4
						漏水・滞水	2
94	1 2 橋	2	10	58	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	2
						床版ひびわれ	4
95	1 2 橋	3	10	58	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	2
						豆板・空洞	2
96	1 3 橋	1	38	58	コンクリート床版	遊離石灰	2
						床版ひびわれ	4
97	1 3 橋	2	38	58			
98	1 4 橋	1	45	62	コンクリート床版	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	2
						床版ひびわれ	4
99	1 4 橋	2	45	63	コンクリート床版	漏水・滞水	2
						遊離石灰	2
						床版ひびわれ	3
100	1 4 橋	3	45	62	コンクリート床版	漏水・滞水	2
						遊離石灰	2
						床版ひびわれ	3
101	1 4 橋	4	45	62	コンクリート床版	漏水・滞水	2
						遊離石灰	2
						床版ひびわれ	3

表- 8.1.3 (6) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○主桁に着目 (1/3)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷イテツク
1	0 1 高架橋	1	52	75	コンクリート主桁	遊離石灰	3
2	0 1 高架橋	2	52	85		—	—
3	0 1 高架橋	3	52	63	コンクリート主桁	剥離・鉄筋露出	4
						漏水・滲水	2
4	0 1 高架橋	4	52	85		—	—
5	0 1 高架橋	5	52	72	コンクリート主桁	遊離石灰	3
6	0 1 高架橋	6	52	72	コンクリート主桁	遊離石灰	3
7	0 1 高架橋	7	52	72	コンクリート主桁	遊離石灰	3
8	0 1 高架橋	8	52	63	コンクリート主桁	遊離石灰	3
						漏水・滲水	2
9	0 1 高架橋	9	52	85		—	—
10	0 1 高架橋	10	52	85		—	—
11	0 1 高架橋	11	52	85		—	—
12	0 1 高架橋	12	52	63	コンクリート主桁	漏水・滲水	2
13	0 1 高架橋	13	52	85		—	—
14	0 1 高架橋	14	52	62	コンクリート主桁	遊離石灰	2
						漏水・滲水	2
15	0 1 高架橋	15	52	63	コンクリート主桁	漏水・滲水	2
16	0 1 高架橋	16	52	63	コンクリート主桁	ひびわれ	3
						遊離石灰	2
						漏水・滲水	2
17	0 1 高架橋	17	52	63	コンクリート主桁	遊離石灰	2
						漏水・滲水	2
18	0 1 高架橋	18	52	63	コンクリート主桁	漏水・滲水	2
19	0 1 高架橋	19	52	85		—	—
20	0 1 高架橋	20	52	63	コンクリート主桁	漏水・滲水	2
21	0 1 高架橋	21	52	63	コンクリート主桁	漏水・滲水	2
22	0 1 高架橋	22	52	68	コンクリート主桁	ひびわれ	3
						遊離石灰	3
23	0 1 高架橋	24	52	85		—	—
24	0 1 高架橋	25	52	62	コンクリート主桁	漏水・滲水	2
25	0 1 高架橋	27	52	63	コンクリート主桁	遊離石灰	3
						漏水・滲水	2
26	0 1 高架橋	28	52	63	コンクリート主桁	遊離石灰	3
						漏水・滲水	2
27	0 1 高架橋	29	52	85		—	—
28	0 1 高架橋	30	52	85		—	—
29	0 1 高架橋	31	52	72	コンクリート主桁	遊離石灰	3
30	0 1 高架橋	32	52	75	コンクリート主桁	遊離石灰	3
31	0 1 高架橋	33	52	85		—	—
32	0 1 高架橋	34	52	85		—	—
33	0 2 高架橋	1	53	73	コンクリート主桁	遊離石灰	3
34	0 2 高架橋	2	53	62	コンクリート主桁	剥離・鉄筋露出	4
						遊離石灰	3
						漏水・滲水	2
35	0 2 高架橋	3	53	72	コンクリート主桁	剥離・鉄筋露出	4
						遊離石灰	3
36	0 2 高架橋	4	53	75	コンクリート主桁	遊離石灰	3
37	0 2 高架橋	5	53	73	コンクリート主桁	遊離石灰	3
38	0 2 高架橋	6	53	63	コンクリート主桁	ひびわれ	3
						遊離石灰	2
						漏水・滲水	2

表- 8.1.3(7) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点

○主桁に着目 (2/3)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷レイト
39	0 2 高架橋	7	53	68	コンクリート主桁	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
40	0 2 高架橋	8	53	69	コンクリート主桁	ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
41	0 2 高架橋	9	53	69	コンクリート主桁	遊離石灰	3
42	0 2 高架橋	10	53	85		—	—
43	0 2 高架橋	11	53	68	コンクリート主桁	遊離石灰	3
44	0 2 高架橋	12	53	72	コンクリート主桁	遊離石灰	3
45	0 2 高架橋	13	53	69	コンクリート主桁	遊離石灰	3
46	0 2 高架橋	14	53	85		—	—
47	0 2 高架橋	15	53	85		—	—
48	0 2 高架橋	16	53	85		—	—
49	0 2 高架橋	17	53	85		—	—
50	0 3 大橋	1	37	85		—	—
51	0 3 大橋	2	37	85		—	—
52	0 3 大橋	3	37	85		—	—
53	0 3 大橋	4	37	85		—	—
54	0 3 大橋	5	37	85		—	—
55	0 3 大橋	6	37	85		—	—
56	0 3 大橋	7	37	85		—	—
57	0 3 大橋	8	37	85		—	—
58	0 3 大橋	9	37	85		—	—
59	0 3 大橋	10	37	85		—	—
60	0 3 大橋	11	37	85		—	—
61	0 3 大橋	12	37	85		—	—
62	0 4 跨線橋	1	37	85		—	—
63	0 4 跨線橋	1	37	83	鋼主桁	塗装劣化	4
64	0 5 橋	1	33	55		—	—
65	0 5 橋	2	33	85			
66	0 5 橋	3	33	55			
67	0 6 跨線橋	1	36	81	コンクリート主桁	欠損	4
68	0 6 跨線橋	2	36	85			
69	0 6 跨線橋	3	36	85		—	—
70	0 6 跨線橋	4	36	85		—	—
71	0 6 跨線橋	5	36	85			
72	0 6 跨線橋	6	36	85			
73	0 6 跨線橋	7	36	85	コンクリート主桁	剥離・鉄筋露出	4
74	0 6 跨線橋	8	36	85		—	—
75	0 6 跨線橋	9	36	85			
76	0 6 跨線橋	10	36	85		—	—
77	0 6 跨線橋	11	36	85		—	—
78	0 6 跨線橋	12	36	85		—	—
79	0 6 跨線橋	13	36	85		—	—
80	0 6 跨線橋	14	36	85		—	—
81	0 7 橋	1	33	85	コンクリート主桁	剥離・鉄筋露出	4
82	0 7 橋	2	33	75	コンクリート主桁	剥離・鉄筋露出	3
83	0 8 橋	1	41	48		—	—
84	0 9 橋	1	43	58	鋼主桁	腐食	2
85	1 0 橋	1	43	85		—	—
86	1 0 橋	2	43	85		—	—
87	1 0 橋	3	43	85		—	—

表 - 8.1.3 (8) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○主桁に着目 (3/3)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷レバツク
88	1 1 橋	1	40	85		—	—
89	1 1 橋	2	40	85		—	—
90	1 1 橋	3	40	85		—	—
91	1 1 橋	4	40	69	鋼主桁	変形	4
92	1 1 橋	5	40	81	鋼主桁	塗装劣化	4
93	1 2 橋	1	10	72	コンクリート主桁	遊離石灰	3
94	1 2 橋	2	10	75	コンクリート主桁	遊離石灰	3
95	1 2 橋	3	10	72	コンクリート主桁	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
96	1 3 橋	1	38	85		—	—
97	1 3 橋	2	38	85		—	—
98	1 4 橋	1	45	85		—	—
99	1 4 橋	2	45	85		—	—
100	1 4 橋	3	45	85		—	—
101	1 4 橋	4	45	85		—	—

表- 8.1.3 (9) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○横桁に着目 (1/3)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
1	0 1 高架橋	1	52	85		—	—
2	0 1 高架橋	2	52	72	コンクリート横桁	遊離石灰	3
3	0 1 高架橋	3	52	63	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
4	0 1 高架橋	4	52	62	コンクリート横桁	遊離石灰	2
5	0 1 高架橋	5	52	85		—	—
6	0 1 高架橋	6	52	63	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
7	0 1 高架橋	7	52	63	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
8	0 1 高架橋	8	52	72	コンクリート横桁	遊離石灰	3
9	0 1 高架橋	9	52	63	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
10	0 1 高架橋	10	52	72	コンクリート横桁	遊離石灰	3
11	0 1 高架橋	11	52	75	コンクリート横桁	遊離石灰	3
12	0 1 高架橋	12	52	72	コンクリート横桁	遊離石灰	3
13	0 1 高架橋	13	52	63	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
14	0 1 高架橋	14	52	63	コンクリート横桁	ひびわれ	3
						遊離石灰	2
						漏水・滞水	2
15	0 1 高架橋	15	52	63	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
16	0 1 高架橋	16	52	71	コンクリート横桁	遊離石灰	3
17	0 1 高架橋	17	52	63	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
18	0 1 高架橋	18	52	63	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
19	0 1 高架橋	19	52	63	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
20	0 1 高架橋	20	52	72	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
21	0 1 高架橋	21	52	73	コンクリート横桁	遊離石灰	3
22	0 1 高架橋	22	52	63	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
23	0 1 高架橋	24	52	85		—	—
24	0 1 高架橋	25	52	75	コンクリート横桁	遊離石灰	3
25	0 1 高架橋	27	52	73	コンクリート横桁	遊離石灰	3
26	0 1 高架橋	28	52	72	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
27	0 1 高架橋	29	52	73	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
28	0 1 高架橋	30	52	73	コンクリート横桁	遊離石灰	3
29	0 1 高架橋	31	52	72	コンクリート横桁	遊離石灰	3
30	0 1 高架橋	32	52	63	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
31	0 1 高架橋	33	52	73	コンクリート横桁	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
32	0 1 高架橋	34	52	63	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
33	0 2 高架橋	1	53	73	コンクリート横桁	遊離石灰	3

表- 8.1.3 (10) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○横桁に着目 (2/3)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
34	0 2 高架橋	2	53	63	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
35	0 2 高架橋	3	53	63	コンクリート横桁	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
36	0 2 高架橋	4	53	75	コンクリート横桁	遊離石灰	3
37	0 2 高架橋	5	53	65	コンクリート横桁	遊離石灰	2
						漏水・滯水	2
38	0 2 高架橋	6	53	72	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
39	0 2 高架橋	7	53	72	コンクリート横桁	遊離石灰	3
40	0 2 高架橋	8	53	72	コンクリート横桁	遊離石灰	3
41	0 2 高架橋	9	53	72	コンクリート横桁	遊離石灰	3
42	0 2 高架橋	10	53	72	コンクリート横桁	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
43	0 2 高架橋	11	53	72	コンクリート横桁	遊離石灰	3
44	0 2 高架橋	12	53	72	コンクリート横桁	遊離石灰	3
45	0 2 高架橋	13	53	69	コンクリート横桁	遊離石灰	3
46	0 2 高架橋	14	53	72	コンクリート横桁	遊離石灰	3
47	0 2 高架橋	15	53	72	コンクリート横桁	遊離石灰	3
48	0 2 高架橋	16	53	72	コンクリート横桁	遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
49	0 2 高架橋	17	53	63	コンクリート横桁	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
50	0 3 大橋	1	37	85		—	—
51	0 3 大橋	2	37	85		—	—
52	0 3 大橋	3	37	71	鋼横桁	腐食	3
						塗装劣化	4
53	0 3 大橋	4	37	71	鋼横桁	腐食	3
						塗装劣化	4
54	0 3 大橋	5	37	85		—	—
55	0 3 大橋	6	37	85		—	—
56	0 3 大橋	7	37	85		—	—
57	0 3 大橋	8	37	85		—	—
58	0 3 大橋	9	37	85		—	—
59	0 3 大橋	10	37	85		—	—
60	0 3 大橋	11	37	85		—	—
61	0 3 大橋	12	37	85		—	—
62	0 4 跨線橋	1	37	85		—	—
63	0 4 跨線橋	1	37	83		—	—
64	0 5 橋	1	33	85		—	—
65	0 5 橋	2	33	85			
66	0 5 橋	3	33	85			
67	0 6 跨線橋	1	36			—	—
68	0 6 跨線橋	2	36				
69	0 6 跨線橋	3	36			—	—
70	0 6 跨線橋	4	36			—	—
71	0 6 跨線橋	5	36				
72	0 6 跨線橋	6	36				

表－ 8.1.3(11) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○横桁に着目 (3/3)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
73	0 6 跨線橋	7	36			—	—
74	0 6 跨線橋	8	36	85		—	—
75	0 6 跨線橋	9	36				
76	0 6 跨線橋	10	36			—	—
77	0 6 跨線橋	11	36			—	—
78	0 6 跨線橋	12	36			—	—
79	0 6 跨線橋	13	36			—	—
80	0 6 跨線橋	14	36			—	—
81	0 7 橋	1	33			—	—
82	0 7 橋	2	33			—	—
83	0 8 橋	1	41	85		—	—
84	0 9 橋	1	43	85		—	—
85	1 0 橋	1	43	85		—	—
86	1 0 橋	2	43	85		—	—
87	1 0 橋	3	43	85		—	—
88	1 1 橋	1	40	85		—	—
89	1 1 橋	2	40	85		—	—
90	1 1 橋	3	40	85		—	—
91	1 1 橋	4	40	85		—	—
92	1 1 橋	5	40	85		—	—
93	1 2 橋	1	10	85		—	—
94	1 2 橋	2	10	85		—	—
95	1 2 橋	3	10	85		—	—
96	1 3 橋	1	38	85		—	—
97	1 3 橋	2	38	85			
98	1 4 橋	1	45	85		—	—
99	1 4 橋	2	45	85		—	—
100	1 4 橋	3	45	85		—	—
101	1 4 橋	4	45	85		—	—

表- 8.1.3(12) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○縦桁に着目 (1/2)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
1	0 1 高架橋	1	52			—	—
2	0 1 高架橋	2	52			—	—
3	0 1 高架橋	3	52			—	—
4	0 1 高架橋	4	52			—	—
5	0 1 高架橋	5	52			—	—
6	0 1 高架橋	6	52			—	—
7	0 1 高架橋	7	52			—	—
8	0 1 高架橋	8	52			—	—
9	0 1 高架橋	9	52			—	—
10	0 1 高架橋	10	52			—	—
11	0 1 高架橋	11	52			—	—
12	0 1 高架橋	12	52			—	—
13	0 1 高架橋	13	52			—	—
14	0 1 高架橋	14	52			—	—
15	0 1 高架橋	15	52			—	—
16	0 1 高架橋	16	52			—	—
17	0 1 高架橋	17	52			—	—
18	0 1 高架橋	18	52			—	—
19	0 1 高架橋	19	52			—	—
20	0 1 高架橋	20	52			—	—
21	0 1 高架橋	21	52			—	—
22	0 1 高架橋	22	52			—	—
23	0 1 高架橋	24	52			—	—
24	0 1 高架橋	25	52			—	—
25	0 1 高架橋	27	52			—	—
26	0 1 高架橋	28	52			—	—
27	0 1 高架橋	29	52			—	—
28	0 1 高架橋	30	52			—	—
29	0 1 高架橋	31	52			—	—
30	0 1 高架橋	32	52			—	—
31	0 1 高架橋	33	52			—	—
32	0 1 高架橋	34	52			—	—
33	0 2 高架橋	1	53			—	—
34	0 2 高架橋	2	53			—	—
35	0 2 高架橋	3	53			—	—
36	0 2 高架橋	4	53			—	—
37	0 2 高架橋	5	53			—	—
38	0 2 高架橋	6	53			—	—
39	0 2 高架橋	7	53			—	—
40	0 2 高架橋	8	53			—	—
41	0 2 高架橋	9	53			—	—
42	0 2 高架橋	10	53			—	—
43	0 2 高架橋	11	53			—	—
44	0 2 高架橋	12	53			—	—
45	0 2 高架橋	13	53			—	—
46	0 2 高架橋	14	53			—	—
47	0 2 高架橋	15	53			—	—
48	0 2 高架橋	16	53			—	—
49	0 2 高架橋	17	53			—	—
50	0 3 大橋	1	37			—	—
51	0 3 大橋	2	37			—	—

表－ 8.1.3(13) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点

○縦桁に着目 (2/2)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
52	0 3 大橋	3	37			—	—
53	0 3 大橋	4	37			—	—
54	0 3 大橋	5	37			—	—
55	0 3 大橋	6	37			—	—
56	0 3 大橋	7	37			—	—
57	0 3 大橋	8	37			—	—
58	0 3 大橋	9	37			—	—
59	0 3 大橋	10	37			—	—
60	0 3 大橋	11	37			—	—
61	0 3 大橋	12	37			—	—
62	0 4 跨線橋	1	37			—	—
63	0 4 跨線橋	1	37			—	—
64	0 5 橋	1	33	85		—	—
65	0 5 橋	2	33	85			
66	0 5 橋	3	33	85			
67	0 6 跨線橋	1	36			—	—
68	0 6 跨線橋	2	36				
69	0 6 跨線橋	3	36			—	—
70	0 6 跨線橋	4	36			—	—
71	0 6 跨線橋	5	36				
72	0 6 跨線橋	6	36				
73	0 6 跨線橋	7	36			—	—
74	0 6 跨線橋	8	36	85		—	—
75	0 6 跨線橋	9	36				
76	0 6 跨線橋	10	36			—	—
77	0 6 跨線橋	11	36			—	—
78	0 6 跨線橋	12	36			—	—
79	0 6 跨線橋	13	36			—	—
80	0 6 跨線橋	14	36			—	—
81	0 7 橋	1	33			—	—
82	0 7 橋	2	33			—	—
83	0 8 橋	1	41	85		—	—
84	0 9 橋	1	43			—	—
85	1 0 橋	1	43			—	—
86	1 0 橋	2	43			—	—
87	1 0 橋	3	43			—	—
88	1 1 橋	1	40			—	—
89	1 1 橋	2	40			—	—
90	1 1 橋	3	40			—	—
91	1 1 橋	4	40			—	—
92	1 1 橋	5	40			—	—
93	1 2 橋	1	10			—	—
94	1 2 橋	2	10			—	—
95	1 2 橋	3	10			—	—
96	1 3 橋	1	38			—	—
97	1 3 橋	2	38				
98	1 4 橋	1	45			—	—
99	1 4 橋	2	45			—	—
100	1 4 橋	3	45			—	—
101	1 4 橋	4	45			—	—

表 - 8.1.3 (14) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○支承に着目 (1/3)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
1	0 1 高架橋	1	52	63		—	—
2	0 1 高架橋	2	52	63		—	—
3	0 1 高架橋	3	52	63		—	—
4	0 1 高架橋	4	52	58		—	—
5	0 1 高架橋	5	52	63		—	—
6	0 1 高架橋	6	52	63		—	—
7	0 1 高架橋	7	52	63		—	—
8	0 1 高架橋	8	52	63		—	—
9	0 1 高架橋	9	52	63		—	—
10	0 1 高架橋	10	52	63		—	—
11	0 1 高架橋	11	52	63		—	—
12	0 1 高架橋	12	52	63		—	—
13	0 1 高架橋	13	52	63		—	—
14	0 1 高架橋	14	52	63		—	—
15	0 1 高架橋	15	52	63		—	—
16	0 1 高架橋	16	52	63		—	—
17	0 1 高架橋	17	52	63		—	—
18	0 1 高架橋	18	52	63		—	—
19	0 1 高架橋	19	52	63		—	—
20	0 1 高架橋	20	52	63		—	—
21	0 1 高架橋	21	52	63		—	—
22	0 1 高架橋	22	52	63		—	—
23	0 1 高架橋	24	52	63		—	—
24	0 1 高架橋	25	52	63		—	—
25	0 1 高架橋	27	52	63		—	—
26	0 1 高架橋	28	52	63		—	—
27	0 1 高架橋	29	52	63		—	—
28	0 1 高架橋	30	52	63		—	—
29	0 1 高架橋	31	52	63		—	—
30	0 1 高架橋	32	52	63		—	—
31	0 1 高架橋	33	52	63		—	—
32	0 1 高架橋	34	52	63		—	—
33	0 2 高架橋	1	53	63		—	—
34	0 2 高架橋	2	53	63		—	—
35	0 2 高架橋	3	53	63		—	—
36	0 2 高架橋	4	53	63		—	—
37	0 2 高架橋	5	53	63		—	—
38	0 2 高架橋	6	53	63		—	—
39	0 2 高架橋	7	53	63		—	—
40	0 2 高架橋	8	53	63		—	—
41	0 2 高架橋	9	53	63		—	—
42	0 2 高架橋	10	53	63		—	—
43	0 2 高架橋	11	53	63		—	—
44	0 2 高架橋	12	53	63		—	—
45	0 2 高架橋	13	53	63		—	—
46	0 2 高架橋	14	53	63		—	—
47	0 2 高架橋	15	53	63		—	—
48	0 2 高架橋	16	53	63		—	—
49	0 2 高架橋	17	53	63		—	—
50	0 3 大橋	1	37	61	鋼支承	腐食	3
						土砂詰り	2

表- 8.1.3(15) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○支承に着目 (2/3)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
51	0 3 大橋	2	37	61	銅支承	腐食	3
						土砂詰り	2
52	0 3 大橋	3	37	69	銅支承	腐食	3
53		4	37	61	銅支承	腐食	3
						土砂詰り	2
54	0 3 大橋	5	37	71	銅支承	腐食	3
55	0 3 大橋	6	37	51	銅支承	腐食	3
56	0 3 大橋	7	37	51	銅支承	腐食	3
57	0 3 大橋	8	37	85		—	—
58	0 3 大橋	9	37	85		—	—
59	0 3 大橋	10	37	85		—	—
60	0 3 大橋	11	37	71	銅支承	腐食	3
61	0 3 大橋	12	37	58	銅支承	腐食	3
						土砂詰り	2
62	0 4 跨線橋	1	37	85		—	—
63	0 4 跨線橋	1	37	48	銅支承	腐食	2
						移動	3
64	0 5 橋	1	33	58	銅支承	腐食	3
						土砂詰り	2
65	0 5 橋	2	33	58			
66	0 5 橋	3	33	58			
67	0 6 跨線橋	1	36	85		—	—
68	0 6 跨線橋	2	36	85			
69	0 6 跨線橋	3	36	85		—	—
70	0 6 跨線橋	4	36	85		—	—
71	0 6 跨線橋	5	36	85			
72	0 6 跨線橋	6	36	85			
73	0 6 跨線橋	7	36	85		—	—
74	0 6 跨線橋	8	36	85		—	—
75	0 6 跨線橋	9	36	85			
76	0 6 跨線橋	10	36	85		—	—
77	0 6 跨線橋	11	36	85		—	—
78	0 6 跨線橋	12	36	85		—	—
79	0 6 跨線橋	13	36	85		—	—
80	0 6 跨線橋	14	36	85		—	—
81	0 7 橋	1	33	85		—	—
82	0 7 橋	2	33	85		—	—
83	0 8 橋	1	41	62		—	—
84	0 9 橋	1	43	83		—	—
85	1 0 橋	1	43	62	銅支承	腐食	3
86	1 0 橋	2	43	85		—	—
87	1 0 橋	3	43	85		—	—
88	1 1 橋	1	40	61	銅支承	腐食	2
89	1 1 橋	2	40	68	銅支承	腐食	2
90	1 1 橋	3	40	58	銅支承	腐食	2
						土砂詰り	2
91	1 1 橋	4	40	58	銅支承	腐食	2
						土砂詰り	2
92	1 1 橋	5	40	58	銅支承	腐食	2
93	1 2 橋	1	10	58	銅支承	腐食	2
94	1 2 橋	2	10	58	銅支承	腐食	2

表－ 8.1.3(16) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○支承に着目 (3/3)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
95	1 2 橋	3	10	55	鋼支承	腐食	2
96	1 3 橋	1	38	85		—	—
97	1 3 橋	2	38	85			
98	1 4 橋	1	45	62	鋼支承	腐食	3
						土砂詰り	2
99	1 4 橋	2	45	85		—	—
100	1 4 橋	3	45	85		—	—
101	1 4 橋	4	45	58	鋼支承	腐食	3

表-8.1.3(17) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
 ○躯体に着目 (1/5)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
1	0 1 高架橋	1	52	63	コンクリート橋脚	漏水・滯水	2
2	0 1 高架橋	2	52	63	コンクリート橋脚	遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
3	0 1 高架橋	3	52	63	コンクリート橋脚	漏水・滯水	2
4	0 1 高架橋	4	52	63	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						漏水・滯水	2
5	0 1 高架橋	5	52	63	コンクリート橋脚	漏水・滯水	2
6	0 1 高架橋	6	52	63	コンクリート橋脚	漏水・滯水	2
7	0 1 高架橋	7	52	61	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
						漏水・滯水	2
8	0 1 高架橋	8	52	61	コンクリート橋脚	剥離・鉄筋露出	4
						漏水・滯水	2
9	0 1 高架橋	9	52	61	コンクリート橋脚	遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
10	0 1 高架橋	10	52	61	コンクリート橋脚	遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
11	0 1 高架橋	11	52	63	コンクリート橋脚	漏水・滯水	2
12	0 1 高架橋	12	52	61	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	4
						遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
13	0 1 高架橋	13	52	58	コンクリート橋脚	ひびわれ	2
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	2
						漏水・滯水	2
14	0 1 高架橋	14	52	58	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						遊離石灰	2
						漏水・滯水	2
15	0 1 高架橋	15	52	63	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
16	0 1 高架橋	16	52	63	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
17	0 1 高架橋	17	52	63	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
18	0 1 高架橋	18	52	63	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	4
						遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
19	0 1 高架橋	19	52	63	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
20	0 1 高架橋	20	52	63	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						遊離石灰	3
						漏水・滯水	2
21	0 1 高架橋	21	52	63	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						遊離石灰	3

表-8.1.3(18) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○躯体に着目(2/5)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
22	0 1 高架橋	22	52	61	コンクリート橋脚	漏水・滞水	2
						ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	2
23	0 1 高架橋	24	52	63	コンクリート橋脚	漏水・滞水	2
						ひびわれ	4
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
24	0 1 高架橋	25	52	58	コンクリート橋脚	漏水・滞水	2
						ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	2
25	0 1 高架橋	27	52	63	コンクリート橋脚	漏水・滞水	2
						ひびわれ	4
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
26	0 1 高架橋	28	52	63	コンクリート橋脚	漏水・滞水	2
						ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
27	0 1 高架橋	29	52	62	コンクリート橋脚	漏水・滞水	2
						ひびわれ	4
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	2
28	0 1 高架橋	30	52	63	コンクリート橋脚	漏水・滞水	2
						ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	4
						遊離石灰	3
29	0 1 高架橋	31	52	63	コンクリート橋脚	漏水・滞水	2
						ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
30	0 1 高架橋	32	52	63	コンクリート橋脚	漏水・滞水	2
						ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
31	0 1 高架橋	33	52	63	コンクリート橋脚	漏水・滞水	2
						ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
32	0 1 高架橋	34	52	63	コンクリート橋台	漏水・滞水	2
						ひびわれ	2
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
33	0 2 高架橋	1	53	59	コンクリート橋台	漏水・滞水	2
						ひびわれ	2
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	2
34	0 2 高架橋	2	53	63	コンクリート橋脚	漏水・滞水	2
						ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
35	0 2 高架橋	3	53	65	コンクリート橋脚	漏水・滞水	2
						ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3

表- 8.1.3 (19) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○躯体に着目 (3/5)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
36	0 2 高架橋	4	53	63	コンクリート橋脚	漏水・滞水	2
						ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
37	0 2 高架橋	5	53	63	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	4
						遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
						剥離・鉄筋露出	3
38	0 2 高架橋	6	53	63	コンクリート橋脚	遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
						剥離・鉄筋露出	3
39	0 2 高架橋	7	53	63	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	4
						漏水・滞水	2
40	0 2 高架橋	8	53	61	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
41	0 2 高架橋	9	53	61	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	4
						遊離石灰	2
						漏水・滞水	2
42	0 2 高架橋	10	53	63	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
43	0 2 高架橋	11	53	63	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
44	0 2 高架橋	12	53	63	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
45	0 2 高架橋	13	53	63	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
46	0 2 高架橋	14	53	63	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
47	0 2 高架橋	15	53	63	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						漏水・滞水	2
48	0 2 高架橋	16	53	63	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	4
						漏水・滞水	2
49	0 2 高架橋	17	53	58	コンクリート橋台	ひびわれ	2
						遊離石灰	3
						漏水・滞水	2

表- 8.1.3 (20) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○躯体に着目 (4/5)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
					コンクリート橋脚	ひびわれ	4
						剥離・鉄筋露出	3
						漏水・滞水	2
50	0 3 大橋	1	37	85		—	—
51	0 3 大橋	2	37	72	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						剥離・鉄筋露出	3
52	0 3 大橋	3	37	85	コンクリート橋脚	ひびわれ	4
53	0 3 大橋	4	37	75	コンクリート橋脚	剥離・鉄筋露出	3
54	0 3 大橋	5	37	75	コンクリート橋脚	剥離・鉄筋露出	3
55	0 3 大橋	6	37	75	コンクリート橋脚	剥離・鉄筋露出	3
56	0 3 大橋	7	37	75	コンクリート橋脚	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
						豆板・空洞	4
57	0 3 大橋	8	37	75	コンクリート橋脚	剥離・鉄筋露出	3
58	0 3 大橋	9	37	85		—	—
59	0 3 大橋	10	37	81	コンクリート橋脚	ひびわれ	4
60	0 3 大橋	11	37	71	コンクリート橋脚	剥離・鉄筋露出	3
						遊離石灰	3
61	0 3 大橋	12	37	59	コンクリート橋脚	ひびわれ	2
						遊離石灰	3
62	0 4 跨線橋	1	37	85		—	—
63	0 4 跨線橋	1	37	75	コンクリート橋台	剥離・鉄筋露出	3
64	0 5 橋	1	33	85	コンクリート橋脚	剥離・鉄筋露出	3
65	0 5 橋	2	33	85			
66	0 5 橋	3	33	85			
67	0 6 跨線橋	1	36	85		—	—
68	0 6 跨線橋	2	36	85			
69	0 6 跨線橋	3	36	75	コンクリート橋脚	剥離・鉄筋露出	3
70	0 6 跨線橋	4	36	71	コンクリート橋脚	剥離・鉄筋露出	3
71	0 6 跨線橋	5	36	85			
72	0 6 跨線橋	6	36	85			
73	0 6 跨線橋	7	36	85		—	—
74	0 6 跨線橋	8	36	85		—	—
75	0 6 跨線橋	9	36	85			
76	0 6 跨線橋	10	36	62	コンクリート橋脚	剥離・鉄筋露出	3
	0 6 跨線橋					遊離石灰	2
77	0 6 跨線橋	11	36	62	コンクリート橋脚	遊離石灰	2
78	0 6 跨線橋	12	36	85	コンクリート橋脚	剥離・鉄筋露出	4
79	0 6 跨線橋	13	36	62	コンクリート橋脚	遊離石灰	2
80	0 6 跨線橋	14	36	75	コンクリート橋脚	剥離・鉄筋露出	3
81	0 7 橋	1	33	85		—	—
82	0 7 橋	2	33	58	コンクリート橋台	遊離石灰	3
					コンクリート橋脚	遊離石灰	2
83	0 8 橋	1	41	72	コンクリート橋台	ひびわれ	3
84	0 9 橋	1	43	62	コンクリート橋台	ひびわれ	2
						遊離石灰	2
85	1 0 橋	1	43	85		—	—
86	1 0 橋	2	43	85		—	—
87	1 0 橋	3	43	85		—	—
88	1 1 橋	1	40	81	コンクリート橋台	ひびわれ	4
89	1 1 橋	2	40	85		—	—

表- 8.1.3(21) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○躯体に着目 (5/5)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
90	1 1 橋	3	40	75	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
						遊離石灰	3
91	1 1 橋	4	40	62	コンクリート橋脚	遊離石灰	2
92	1 1 橋	5	40	72	コンクリート橋脚	ひびわれ	3
93	1 2 橋	1	10	85		—	—
94	1 2 橋	2	10	58	コンクリート橋脚	ひびわれ	2
						漏水・滞水	2
95	1 2 橋	3	10	62	コンクリート橋台	漏水・滞水	2
					コンクリート橋脚	漏水・滞水	2
96	1 3 橋	1	38	65	コンクリート橋台	剥離・鉄筋露出	3
						豆板・空洞	2
97	1 3 橋	2	38	82			
98	1 4 橋	1	45	62		—	—
99	1 4 橋	2	45	85		—	—
100	1 4 橋	3	45	85		—	—
101	1 4 橋	4	45	63	コンクリート橋台	ひびわれ	2
						剥離・鉄筋露出	4
						遊離石灰	3

表- 8.1.3(22) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点

○基礎に着目 (1/2)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
1	0 1 高架橋	1	52			—	—
2	0 1 高架橋	2	52			—	—
3	0 1 高架橋	3	52			—	—
4	0 1 高架橋	4	52			—	—
5	0 1 高架橋	5	52			—	—
6	0 1 高架橋	6	52			—	—
7	0 1 高架橋	7	52			—	—
8	0 1 高架橋	8	52			—	—
9	0 1 高架橋	9	52			—	—
10	0 1 高架橋	10	52			—	—
11	0 1 高架橋	11	52			—	—
12	0 1 高架橋	12	52			—	—
13	0 1 高架橋	13	52			—	—
14	0 1 高架橋	14	52			—	—
15	0 1 高架橋	15	52			—	—
16	0 1 高架橋	16	52			—	—
17	0 1 高架橋	17	52			—	—
18	0 1 高架橋	18	52			—	—
19	0 1 高架橋	19	52			—	—
20	0 1 高架橋	20	52			—	—
21	0 1 高架橋	21	52			—	—
22	0 1 高架橋	22	52			—	—
23	0 1 高架橋	24	52			—	—
24	0 1 高架橋	25	52			—	—
25	0 1 高架橋	27	52			—	—
26	0 1 高架橋	28	52			—	—
27	0 1 高架橋	29	52			—	—
28	0 1 高架橋	30	52			—	—
29	0 1 高架橋	31	52			—	—
30	0 1 高架橋	32	52			—	—
31	0 1 高架橋	33	52			—	—
32	0 1 高架橋	34	52			—	—
33	0 2 高架橋	1	53			—	—
34	0 2 高架橋	2	53			—	—
35	0 2 高架橋	3	53			—	—
36	0 2 高架橋	4	53			—	—
37	0 2 高架橋	5	53			—	—
38	0 2 高架橋	6	53			—	—
39	0 2 高架橋	7	53			—	—
40	0 2 高架橋	8	53			—	—
41	0 2 高架橋	9	53			—	—
42	0 2 高架橋	10	53			—	—
43	0 2 高架橋	11	53			—	—
44	0 2 高架橋	12	53			—	—
45	0 2 高架橋	13	53			—	—
46	0 2 高架橋	14	53			—	—
47	0 2 高架橋	15	53			—	—
48	0 2 高架橋	16	53			—	—
49	0 2 高架橋	17	53			—	—
50	0 3 大橋	1	37			—	—
51	0 3 大橋	2	37			—	—

表- 8.1.3 (23) 各部位に着目した時の損傷内容と評価点
○基礎に着目 (2/2)

No.	橋梁名	構造体 番号	竣工年 (昭和)	専門家の 評価点	構造種別	損傷内容	損傷ランク
52	0 3 大橋	3	37			—	—
53	0 3 大橋	4	37			—	—
54	0 3 大橋	5	37			—	—
55	0 3 大橋	6	37			—	—
56	0 3 大橋	7	37			—	—
57	0 3 大橋	8	37			—	—
58	0 3 大橋	9	37			—	—
59	0 3 大橋	10	37			—	—
60	0 3 大橋	11	37			—	—
61	0 4 跨線橋	12	37			—	—
62	0 4 跨線橋	1	37			—	—
63	0 5 橋	1	37			—	—
64	0 5 橋	1	33			—	—
65	0 5 橋	2	33				
66	0 6 跨線橋	3	33				
67	0 6 跨線橋	1	36			—	—
68	0 6 跨線橋	2	36				
69	0 6 跨線橋	3	36			—	—
70	0 6 跨線橋	4	36			—	—
71	0 6 跨線橋	5	36				
72	0 6 跨線橋	6	36				
73	0 6 跨線橋	7	36			—	—
74	0 6 跨線橋	8	36			—	—
75	0 6 跨線橋	9	36				
76	0 6 跨線橋	10	36			—	—
77	0 6 跨線橋	11	36			—	—
78	0 6 跨線橋	12	36			—	—
79	0 6 跨線橋	13	36			—	—
80	0 6 跨線橋	14	36			—	—
81	0 7 橋	1	33			—	—
82	0 7 橋	2	33			—	—
83	0 8 橋	1	41			—	—
84	0 9 橋	1	43			—	—
85	1 0 橋	1	43			—	—
86	1 0 橋	2	43			—	—
87	1 0 橋	3	43			—	—
88	1 1 橋	1	40			—	—
89	1 1 橋	2	40			—	—
90	1 1 橋	3	40			—	—
91	1 1 橋	4	40			—	—
92	1 1 橋	5	40			—	—
93	1 2 橋	1	10			—	—
94	1 2 橋	2	10			—	—
95	1 2 橋	3	10			—	—
96	1 3 橋	1	38			—	—
97	1 3 橋	2	38				
98	1 4 橋	1	45			—	—
99	1 4 橋	2	45			—	—
100	1 4 橋	3	45			—	—
101	1 4 橋	4	45			—	—

4) 健全度評価点と経過年数

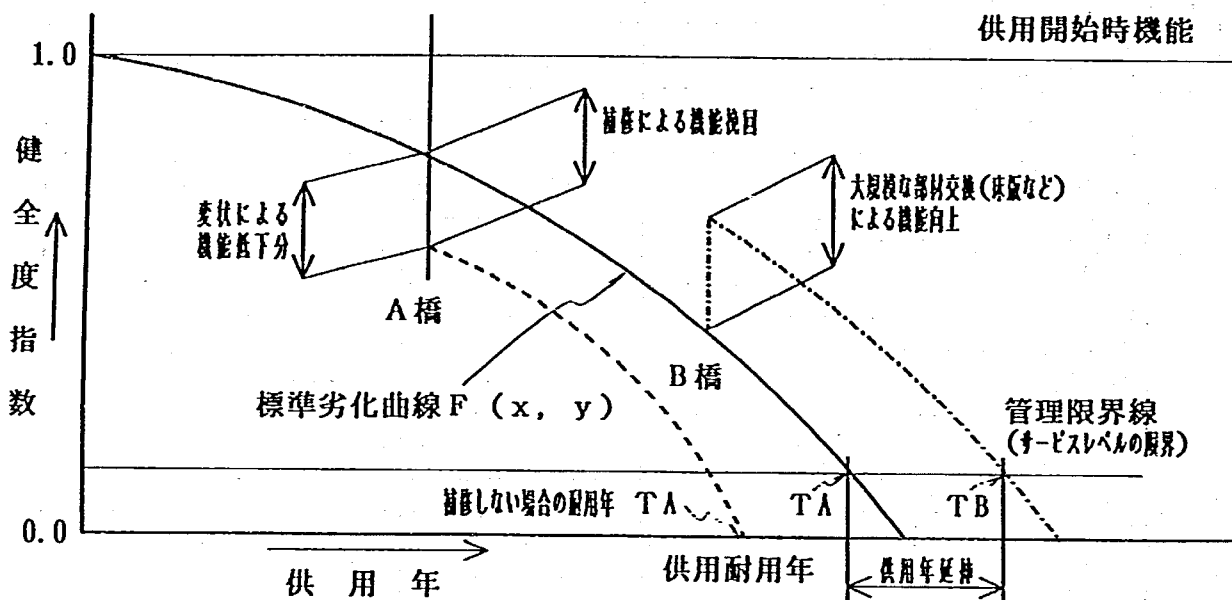
健全度評価点と経過年数は、図－8.1.1に示すとおりである。

なお、図－8.1.1より、次に示すことを判断することができる。

① ばらつきがひどく、健全度評価と経過年数の関係が読み取りにくい。

② 旧示方書で設計された橋梁の方が、全体的に健全度が高い。

上記結果が得られた理由としては既に補修済みの橋梁が複数存在しているためだと考えられる。



図－8.1.1 健全度評価の基本概念図

5) 問題点の揭示

健全度評価モジュールを試用した結果、以下に示す項目に対して問題点が生じた。

- ① 専門家評価点とシステム評価点の整合
- ② 健全度の評価対象部位
- ③ 損傷に対する減点数
- ④ 減点数の統合方法
- ⑤ 橋梁の標準劣化曲線の設定
- ⑥ 損傷の進行推定方法（点検日より補修計画作成日までの）

なお、各項目についての詳細は、以下に示すとおりである。

a) 専門家評価点とシステム評価点の整合

専門家評価点とシステム評価点を整合させるには、以下に示す問題のため整合が困難である。

- ① 専門家による評価点方法に統一された考え方がない。
- ② 専門家の損傷データ投入方法に統一された考え方がない。
- ③ システム側では、損傷以外の健全度に影響する環境条件を考えることは困難である（交通量、管理状態、損傷箇所とその重要性等）。

b) 健全度の評価対象部位

健全度対象部位として、現在は以下に示すものを考えている。

- ① 床版 ② 主桁 ③ 縦桁 ④ 横桁 ⑤ 支承
⑥ 橋台 ⑦ 橋脚 ⑧ 基礎

上記部位に対する評価点の設定において、以下に示す問題点が生じてくる。

ア) 細部部位に対する健全度算出の必要性

健全度評価モジュールは、最終的に橋梁の補修計画を行うためのものである。このため、最終的なシステムの結果として、専門家の補修計画を援助するものを表示する必要がある。

健全度の算出方法を検討する過程で、「M I C H I」より抽出した損傷部位と損傷具合から橋梁全体の健全度を推定する方法を考えていた。しかし、これを行うにはシステム側で対象としている部位の健全度評価と専門家の健全度評価との比較作業が必要となる。しかし、専門家が補修計画作成を行う過程において、システムの健全度評価部位に対する健全度の算定は行っていない。このため、システム作成に合わせて本来算定していない部位の健全度まで考える作業が必要となり、その正確性も低下してくる。

このため、本業務に於いて健全度評価部位をある程度統合した部位としての見直しする必要がある。

イ) 補修計画対象部位の選定

本システムは当初より、単独で交換できる部位の補修計画を行っていない（高欄、ガードレール等）。このため、橋梁主要部位対して補修計画を立てるものであるが、実際、支承等は単独で交換できるものであるため、本業務にてもう一度補修計画対象部位の選定を行うものとする。

c) 損傷に対する減点数

現在、損傷に対する減点数の設定は、部位毎のレイティング毎により行っているため、同じレイティングであっても部位が異なると違った減点数を設定している。

本来、「橋梁点検要領」（建設省土木研究所）により設定されているレイティングは、部位毎にレイティングの設定も異なっており、異なる部位であってもレイティングが同じであれば、同等の損傷ランクとして扱える

ことができるものである。それにも関わらず現状のシステムでは、同じ
レイティングでも部位が異なると違う損傷具合として扱っている。

d) 減点数の統合方法

減点数の統合方法は、最終的には補修計画の立案に反映できるようなものでなくてはならない。また、減点数を統合し求めた橋梁全体の健全度は、補修計画を作成する際には不要である。その理由は、以下に示すとおりである。

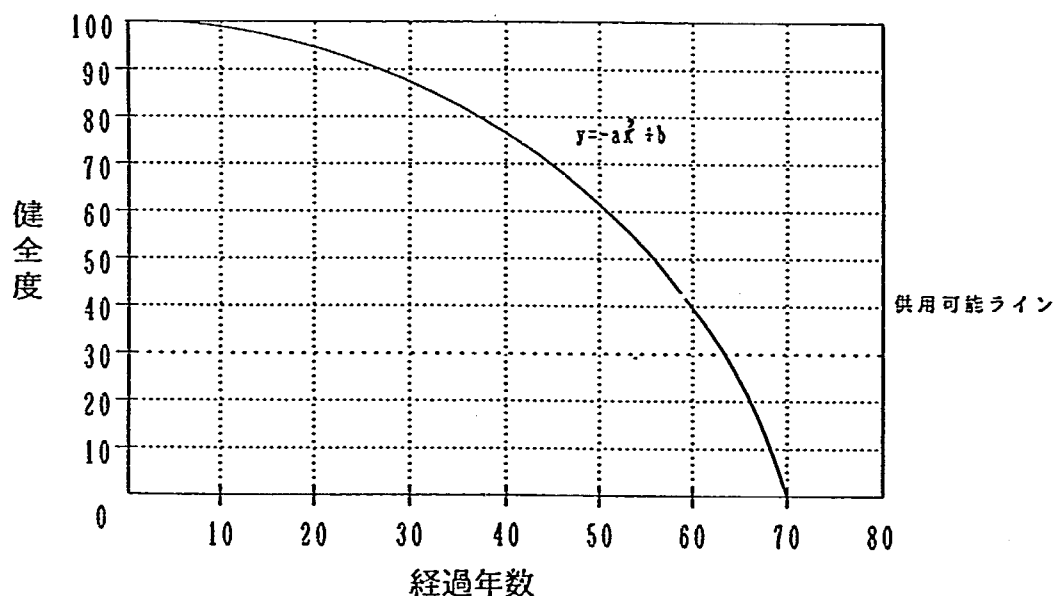
- ① 補修計画を作成する際に使用する健全度は、補修する部位毎の健全度である。
- ② 部位毎に重み付けした減点数を用いているため、統合する際に細部部位に重大な減点数（レイティングⅡ等）が存在しても、最終的な橋梁全体の健全度には、さほど影響してこない場合がある。

e) 橋梁の標準劣化曲線の設定

現在の橋梁の標準劣化曲線は、供用期待年数と架設時の健全度100点より求めている。その設定方法は、以下に示すとおりである。

- ① 劣化曲線は2次曲線を考える。
- ② 供用期待年数（50年）と架設時健全度100のを基本条件としている。

$$Y = 100 - \frac{7}{250} X^2$$



図－ 8.1.2 橋梁の標準劣化曲線

上記のとおり標準劣化曲線を設定したが、今回の試算結果を用いて以下に示す項目の見直しが必要である。

ア) 橋梁の供用期待年数

テストデータによる試算を行い供用期待年数を推定する。

イ) 標準劣化曲線の線種

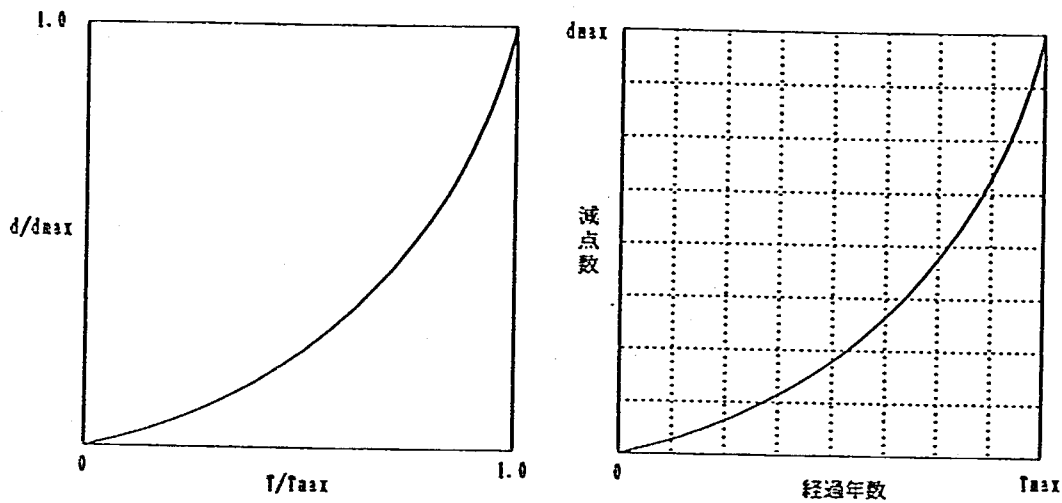
標準劣化曲線は、現在2次曲線で設定しているが、テストデータによる試算結果を用いて2次曲線および直線のどちらを使用するか検討する。

f) 損傷の進行推定方法（点検日より補修計画作成日までの）

損傷の進行推定方法として、現在は各部位毎（評価対象部位）に劣化曲線を設定している。その内容は、以下に示す通りである。

減点数（ d ）をY軸、経過年数（ T ）をX軸においた場合、以下の式にて部材毎の標準劣化曲線を設定した。

$$\frac{Y}{d_{\max}} = \left(\frac{X}{T_{\max}} \right)^{2.45}$$



図－ 8.1.3 部位の標準劣化曲線

上記のとおり部位毎の標準劣化曲線を設定したが、今回の試算結果を用いて以下に示す項目の見直しが必要である。

- ① 損傷の進行を推定する際に使用する部位
- ② 対象部位毎の標準供用期待年数

8. 2 平成 8, 9 年度の評価及び更新

(1) 使用性向上の評価

使用性向上の評価として、以下の 3 つに分けて評価を行う。

- ① 操作性に関する事項
- ② 処理速度に関する事項
- ③ 補助的支援に関する事項 (HELP 機能等)

以下に各項目の詳細について示す。

1) 操作性に関する事項

操作性に関する事項として、大きく分けて以下に項目が指摘されている。

a) IBM→DOS フォーマット変換時に関する事項

IBM→DOS フォーマット変換時に関する事項として、以下に示す内容が指摘されている。

- ① 不具合があった場合、インポートがカード番号 1 から順しか入らないので、途中からでも入るようにして欲しい。
- ② 「MICHU」データからマネージメントシステムへのデータ取り込み時にフロッピーが 9 枚までしか取り込めないので不具合

上記に示す意見及び要望に対して、本システムでは以下に示す方法により対処していく事を考える。

- IBM→DOS フォーマット変換時の途中で不正終了した場合、現行システムだと最初から全てのフロッピーに対して変換作業をし直す必要がある。このため、最後の方で不正終了をしてしまうと、この出戻り作業が大きくなってしまう。本システムでは、これに対する対応方法として、データカード番号の指定変換機能を考えるものとする。
- 前項システムでは、IBM→DOS フォーマット変換できるフロッピー枚数の制限 (9 枚) となっていたが、これを 99 枚まで対応可能になるようにシステムを変更する。

b) DOS フォーマット→BMS 用ミニデータベース変換時に関する事項

IBM→DOS フォーマット変換時に関する事項として、以下に示す内容が指摘されている。

- ① データを取り込む際にエラーがある場合、データのどの箇所に不具合があるのか全く分からない。MICH のデータ構造を知っていても見つけるのが困難である。
- ② データが悪い場合にどこが悪いのか分からないので、入力データリスト一覧でどこが悪いのかを表示して出力できるようにして欲しい。
- ③ 今回の MICH システム (IBM フォーマット) からのインポートは行わず、直接 DOS データで行ったが、マニュアルの中に「DOS データをどこに」、「MICH ファイルの何にリネームするか」、「ファイル数の説明」が、基礎データの取り込みにあると、担当者が変わっても分かりやすいのではないかと。
- ④ 今回は、MICH のデータを使用して行っているため、カード不足エラーの内容をプリントアウトできるようにして欲しい。MICH のデータの内容チェックをして整合性を取りたい。
- ⑤ 本システムを使用して橋梁補修計画の作成をするためには、相当の時間を要して熟練することが必要である。特に、人事異動等で担当者が交代した場合には直ぐに使いこなす事は、難しいと考えられる。よって、エラー等が出てきた時の対応方法等のガイドシステムの充実が必要であると考えられる。

上記に示すとおり、DOS フォーマット→BMS 用ミニデータベース変換時に関する事項のデータ内容の不正時に生じるエラーメッセージへの対応に関する要望が大部分を占めている。これの対応方法としては、出来るだけ少ない作業でエラーメッセージに対応出来るようにシステムの改善及び運用体制を考える。

上記に示す意見及び要望に対して、本システムでは以下に示す方法により対処していく事を考える。

- データの不整合箇所が複数生じており、これへの対応方法が不明であるといった意見及び要望が数多く挙がっている。このため、本システムでは、HELP 機能を設けてこのエラーメッセージへの対応に関する詳細内容を明記するものとする。
- データファイル名の名前については、本システムでは、自動的にファイル名を作成している (ファイル名入力によるデータの不整合及び2重管理を防ぐため)。このため、システム上で自動的に付けられているファイルの内容とファイル名称を認識できるように、マニュアルに明記する。

2) 処理速度に関する事項

処理速度に関する事項として、以下の3つの内容が考えられる。

- ① IBM→DOS フォーマット変換時のに関する事項
- ② DOS フォーマット→ミニデータベース変換時のに関する事項
- ③ 健全度評価実行に関する事項
- ④ 補修計画実行に関する事項

上記項目のうち、①、③に関しては、現行システムにおいても多少の時間で処理が終了するが、②、④に関しては、かなりの時間を費やすことになる。このため、②、④に関しては処理速度の向上を図る必要があるが、これに対応する方法として、先ず、原因調査を行う必要がある。この内容については以下に示す通りである。

処理速度の向上を図るためには、大きく分けて次の内容が考えられる。

- パソコン性能の向上（CPU、メモリ等）
- プログラムの改善
- 一度に実行する橋梁数の低減
- 処理内容の分割（②のみ対応）

- a) パソコンの性能向上等については、現在情報社会のめざましい発展を考えると、ある程度期待ができるが、パソコンの性能を向上させたとしても、処理速度の飛躍的な向上には至らないと考えられる。
- b) プログラムの改善については、本システムでは、膨大なデータを一度に処理しており、その都度データベースへの書き込み（メモリに制限があるため）を行っているため、データベースへのアクセス処理に非常に時間を費やしている。このため、プログラムを改善したとしても飛躍的な処理速度の向上を図ることは難しい。
- c) 一度に実行する橋梁数の低減を行うことができれば、かなりの速度向上につながると考えられる。しかし、処理橋梁数を減らすことは、利用者の判断等により行うことは非常に困難である。このため、本システムの運用手法及び対象橋梁の判別要領等についても検討する必要も生じてくる。

- d) 現在システムでは、ミニデータベースへ変換すると同時に補修計画に用いる補修規模及び架け替え費用の算出を行っている。このため、この処理を分割することができれば、このデータ変換に用いる処理時間を短縮する事ができる。

以下に、補修規模及び架け替え費用の算出にどの程度時間が費やされているかを速度テストした結果を示す。

(動作環境)

使用機種 : PC9801Xa7e Pentium 75MHz

使用OS : Windows95

使用データ : 60 件分の橋梁データ

(実行結果)

処理内容	処理時間
補修規模及び架け替え費用の算出時間	1 分 1 8 秒
算出結果をデータベースに書き込む時間	3 分 3 7 秒
補修規模及び架け替え費用の算出に用いる総時間	4 分 5 5 秒
DOS→ミニデータベース作成に用いる総時間	2 0 分 5 0 秒
総時間に対する計画関連の数値算出に用いる時間の割合	0 . 2 3 5

上記結果より、変換時の処理を分割する事により 2 割強の時間の短縮が期待できる。しかし、以下に示す問題点も残る。

問題： 補修規模及び補修費用の算出時に使用するデータを全てミニデータベース上に持っていないため、処理を分割し、補修規模及び補修費用の算出を後で処理しようとする、算出時に再度DOSのデータファイルにアクセスさせる必要が生じてくる。このため、データを2重に読み込むこととなり、データベース変換、補修規模算出及び交換費用の算出に用いるトータル時間が現行システムより長くなってしまう。

以上の事より、処理の分割は、変換処理のみに着目すると速度の向上へとつながるが、前述の通りいろいろ問題が生じると考えられる。このため、これへの対応については、次年度以降検討するものとする。

以上により、現在のところ飛躍的な処理速度の向上を図る事は非常に難しいと考えられる。このため、来年度以降にこれに対する対応内容（運用手法等）を検討するものとする。

3) 補助的支援に関する事項 (HELP 機能等)

各地建による試用結果より、本システムの操作内容及び処理内容が不明であるといった意見及び要望が数多く挙がっている。

- ① 各機能の命令で何が得られるのか分かるようなマニュアルの作成をお願いしたい。
- ② ある橋梁で補修ケース15が打ち出されたが、どういうケースか？

このため、これらの内容をマニュアルに明記すると同時に、このマニュアルを本システム上で参照できるように、マニュアルイメージのヘルプ機能を設けるものとする。

(2) 健全度評価モジュールの更新

健全度評価モジュールプログラムに間する修正内容は、以下に示すとおりである。

1) 健全度評価モジュール評価手法の更新

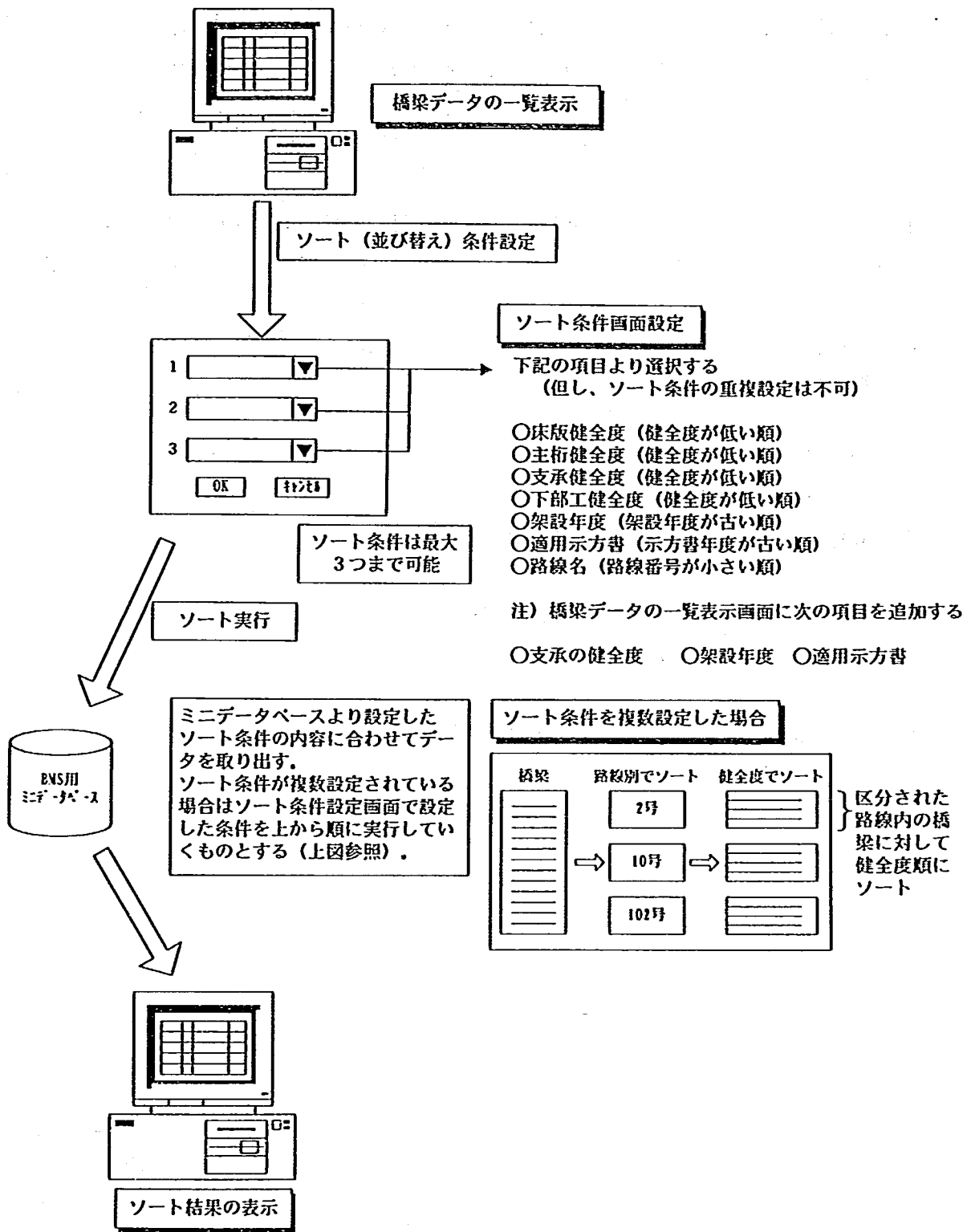
健全度評価モジュールの評価手法に関する内容として、以下に示す修正を行うものとする。

- ① 現行システムでは、健全度評価モジュールの結果表示する際に、データ入力順で表示させている。このため、健全度評価時に他データとの比較検討作業が非常に行いにくい。このため、この評価結果の内容のソート（並び替え）機能を追加することにより、健全度評価モジュールの評価手法を改善を図る。
- ② 先ず、ソートの対象としては、以下の項目毎の健全度が考えられる。
 - 各部位の健全度（健全度が低い順）
 - ・床版
 - ・主桁
 - ・下部工
 - ・支承
 - 各橋梁の経過年数（架設年度が古い順）
 - 適用示方書（示方書年度が古い順）
 - 路線名
- ③ ソートを実行する方法（プログラム修正方法）としては、以下の方法を考える。

ソートボタンを押すことにより、ソート条件設定画面を表示させ、ソート条件を設定する。なお、ソートの条件は、3つまで入力可能とし、上記に示したソート項目より、選択するものとする。（複数のソート条件を設定した場合、段階的にソートを行うものとする）

また、上記ソート項目の内容は、現在の健全度一覧表に全て表示されていないため、正常にソートされているか確認することができない。このため、この健全度一覧表にソート項目を追加させるものとする。

なお、ソート（並び替え）の処理のイメージは次頁以降に示すとおりである。



図－ 8.2.1 ソート実行手順

2) 対象部材に関する事項

現行システムでは、システムの対象としている部材は以下のものである。

- | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ☐ 鋼主桁 | ☐ コンクリート主桁 | ☐ 鋼横桁 | ☐ 鋼縦桁 |
| ☐ コンクリート横桁 | ☐ コンクリート縦桁 | ☐ 鋼床版 | ☐ コンクリート床版 |
| ☐ 鋼橋脚 | ☐ コンクリート橋脚 | ☐ コンクリート橋台 | ☐ 基礎 |

しかし、試用時の要望及び検討内容により、一部対象部材の追加を行うことになった。

その結果、本橋梁マネジメントシステムで対象とする部材は、以下に示すとおりとする。

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| ☐ 鋼主桁 | ☐ コンクリート主桁 |
| ☐ 鋼横桁 | ☐ コンクリート横桁 |
| ☐ 鋼縦桁 | ☐ コンクリート縦桁 |
| ☐ 鋼床版 | ☐ コンクリート床版 |
| ☐ 鋼橋脚 | ☐ コンクリート橋脚 |
| ☐ コンクリート橋台 | ☐ 基礎 |
| ☒ 鋼支承 | ☒ ゴム支承 |

○：既に本システム上で取り扱っている部材

●：今年度追加を考えている部材

なお、支承の追加による変更箇所は、次頁以降に示すとおりである。

a) 「対象橋梁（構造体）検索条件の設定」画面

対象橋梁（構造体）検索条件の設定					
距離		km ~		km	路線
総径間数		~			主構造材料
橋長		m ~		m	桁形式
橋面積		m ² ~		m ²	構造形式
床版		点 ~		点	床版材料
主桁		点 ~		点	最大レイアウト
下部工		点 ~		点	
				検索開始	キャンセル

(修正内容)

上記画面の【下部工〇〇点～〇〇点】の下に支承の建全度範囲を追加する。

支承 〇〇点～〇〇点

(修正後)

対象橋梁（構造体）検索条件の設定					
距離		km ~		km	路線
総径間数		~			主構造材料
橋長		m ~		m	桁形式
橋面積		m ² ~		m ²	構造形式
床版		点 ~		点	床版材料
主桁		点 ~		点	最大レイアウト
下部工		点 ~		点	
支承		点 ~		点	
				検索開始	キャンセル

b) 「結果一覧」画面

結果一覧													
Index	1	橋梁名	a跨道橋	構造体番号	1								
重	種	診断	今期	今後	重	種	橋梁名	重	種	構造体	床版	主桁	下部
1	○	済	済	未	重	種	a跨道橋	1	76	100	76	H08/01/	
2	○	済	済	未	重	種	b橋	1	70	100	40	H06/11/	
3	○	済	済	未	重	種	c跨線橋	1	100	100	64	H07/11/	
4	○	済	済	未	重	種	c跨線橋	2	82	100	88	H07/11/	
5	○	済	済	未	重	種	c跨線橋	3	94	100	88	H07/11/	
6	○	済	済	未	重	種	c跨線橋	4	76	100	100	H07/11/	
7	○	済	済	未	重	種	d橋	1	88	100	94	H06/11/	
8	○	済	済	未	重	種	e橋	1	88	100	88	H06/11/	
9	○	済	済	未	重	種	f橋	1	82	64	100	H06/11/	
10	○	済	済	未	重	種	g橋	1	100	100	64	H06/11/	
11	○	済	済	未	重	種	h跨道橋(上り)	1	82	100	100	H08/01/	
12	○	済	済	未	重	種	h跨道橋(下り)	1	82	100	88	H08/01/	
13	○	済	済	未	重	種	i橋	1	82	82	52	H06/11/	
14	○	済	済	未	重	種	j橋	2	82	82	70	H06/11/	

(修正内容)

結果一覧表に「支承」健全度を評価させる。

(修正後)

結果(経過)一覧														
Index		1			橋梁名		a跨道橋		構造体番号		1			
重	種	診断	今期	今後	重	種	橋梁名	重	種	構造体	床版	主桁	下部	支承
1	○	未	未	未			a跨道橋			1	0	0	0	0
2	○	未	未	未			j橋			1	0	0	0	0
3	○	未	未	未			j橋			2	0	0	0	0
4	○	未	未	未			j橋			3	0	0	0	0
5	○	未	未	未			b橋			1	0	0	0	0
6	○	未	未	未			c跨線橋			1	0	0	0	0
7	○	未	未	未			c跨線橋			2	0	0	0	0
8	○	未	未	未			c跨線橋			3	0	0	0	0
9	○	未	未	未			c跨線橋			4	0	0	0	0
10	○	未	未	未			d橋			1	0	0	0	0
11	○	未	未	未			e橋			1	0	0	0	0
12	○	未	未	未			f橋			1	0	0	0	0
13	○	未	未	未			g橋			1	0	0	0	0
14	○	未	未	未			h跨道橋(上り)			1	0	0	0	0

c) 「損傷種類別減点値」画面

損傷種類別減点値					
鋼橋		コンクリート橋		下組工	
損傷	I	II	III	IV	OK
腐食	-	18	12	X	0
亀裂	-	18	X	X	0
ゆるみ	-	18	X	6	0
脱着	-	18	12	X	0
脱落	-	18	X	X	0
塗装劣化	-	X	12	6	0
異常音	-	18	X	X	0
異常振動	-	18	X	X	0
異常たわみ	-	18	X	X	0
変形	-	18	X	6	0

鋼橋					
損傷	I	II	III	IV	OK
腐食	-	18	12	X	0
亀裂	-	18	X	X	0
ゆるみ	-	18	X	6	0
脱着	-	18	12	X	0
脱落	-	18	X	X	0
塗装劣化	-	X	12	6	0
変形	-	18	X	6	0

コンクリート橋					
損傷	I	II	III	IV	OK
腐食	-	18	12	X	0
亀裂	-	18	X	X	0
ゆるみ	-	18	X	6	0
脱着	-	18	12	X	0
脱落	-	18	X	X	0
塗装劣化	-	X	12	6	0
変形	-	18	X	6	0

下組工					
損傷	I	II	III	IV	OK
腐食	-	18	12	X	0
亀裂	-	18	X	X	0
ゆるみ	-	18	X	6	0
脱着	-	18	12	X	0
脱落	-	18	X	X	0
塗装劣化	-	X	12	6	0
変形	-	18	X	6	0

OK キャンセル

(修正内容)

上記画面のタブに「支承」を追加し、減点設定画面を作成する。内容に関しては、以下に示すとおりである。

(修正後)

鋼橋						コンクリート橋						下組工						支承					
損傷	I	II	III	IV	OK	損傷	I	II	III	IV	OK	損傷	I	II	III	IV	OK	損傷	I	II	III	IV	OK
腐食	-	18	12	X	0	腐食	-	18	12	X	0	腐食	-	18	12	X	0	支承	-	18	12	X	0
亀裂	-	18	X	X	0	亀裂	-	18	X	X	0	亀裂	-	18	X	X	0	変色・劣化	-	X	12	6	0
ゆるみ	-	18	X	6	0	ゆるみ	-	18	X	6	0	ゆるみ	-	18	X	6	0	漏水・浸水	-	18	12	X	0
脱着	-	18	12	X	0	脱着	-	18	12	X	0	脱着	-	18	12	X	0	変形	-	18	X	6	0
脱落	-	18	X	X	0	脱落	-	18	X	X	0	脱落	-	18	X	X	0	土砂詰まり	-	18	X	X	0
塗装劣化	-	X	12	6	0	塗装劣化	-	X	12	6	0	塗装劣化	-	X	12	6	0	欠損	-	18	X	6	0
漏水・浸水	-	18	12	X	0	漏水・浸水	-	18	12	X	0	漏水・浸水	-	18	12	X	0						
変形	-	18	X	6	0	変形	-	18	X	6	0	変形	-	18	X	6	0						
土砂詰まり	-	18	X	X	0	土砂詰まり	-	18	X	X	0	土砂詰まり	-	18	X	X	0						
沈下	-	18	12	X	0	沈下	-	18	12	X	0	沈下	-	18	12	X	0						
移動	-	18	12	X	0	移動	-	18	12	X	0	移動	-	18	12	X	0						
傾斜	-	18	12	X	0	傾斜	-	18	12	X	0	傾斜	-	18	12	X	0						

OK キャンセル

d) 「損傷データの修正」画面

損傷データ修正

橋梁名 a跨線橋 構造体番号 1 点検日 H07/11/21

損傷箇所	X	Y	Z
腐食	☒	☒	☒
亀裂	☒	☒	☒
ゆるみ	☒	☒	☒
脱落	☒	☒	☒
切断	☒	☒	☒
変色劣化	☒	☒	☒
異常音	☒	☒	☒
異常振動	☒	☒	☒
異常たわみ	☒	☒	☒
変形	☒	☒	☒

損傷箇所	X	Y	Z
腐食	☒	☒	☒
亀裂	☒	☒	☒
ゆるみ	☒	☒	☒
脱落	☒	☒	☒
切断	☒	☒	☒
変色劣化	☒	☒	☒
変形	☒	☒	☒

OK キャンセル

(修正内容)

上記画面のタブに「支承」を追加し、損傷データ設定画面を作成する。内容に関しては、以下に示すとおりである。

(修正後)

損傷データ修正

橋梁名 構造体番号 点検日

損傷箇所	X	Y	Z
腐食	☒	☒	☒
亀裂	☒	☒	☒
ゆるみ	☒	☒	☒
脱落	☒	☒	☒
切断	☒	☒	☒
変色劣化	☒	☒	☒
異常音	☒	☒	☒
異常振動	☒	☒	☒
異常たわみ	☒	☒	☒
変形	☒	☒	☒
土砂溜まり	☒	☒	☒
沈下	☒	☒	☒
移動	☒	☒	☒
材料	☒	☒	☒

損傷箇所	X	Y	Z
凹み変形	☒	☒	☒
変色・劣化	☒	☒	☒
漏水・滲水	☒	☒	☒
変形	☒	☒	☒
土砂溜まり	☒	☒	☒
欠損	☒	☒	☒

OK キャンセル

e) 「評価結果」画面

評価結果画面

評価過程で算出された欠陥点

部 位	部別評価	最終欠陥点	
床 版	0	0	
主 桁	0		
床 組	0		
橋 脚	0		
下 部 工	橋 台	18	36
	橋 脚	18	
	基 礎	0	

健全度診断結果

床版 点 OK: 特に問題なし

主桁 点 OK: 特に問題なし

下部工 点 IV: 現状で供用は可能だが、軽微な補修が必要

(修正内容)

上記画面の「評価過程で算出された欠陥点」表の上部工最下段「支承」を追加する。

(修正後)

評価結果画面

評価過程で算出された欠陥点

部 位	部別評価	最終欠陥点	
床 版			
主 桁			
床 組			
橋 脚			
下 部 工	橋 台		
	橋 脚		
	基 礎		
	支 承		

健全度診断結果

床版 点 I: 現状では供用は不可能で、大規模な補修・架替えが必要

主桁 点 IV: 現状で供用は可能だが、軽微な補修が必要

下部工 点 OK: 特に問題なし

支承 点 OK: 特に問題なし

表 - 8.2.1

橋梁（構造体）の健全度

年 月 日判定

橋梁名	橋梁コード	構造体番号	年架設・竣工	経路間数
橋梁種別	橋梁区分	適用示方書	橋長	橋面積
橋長	m	橋面積	m	縦断勾配
評価	床版点	主桁点	下部点	支承点
評価	点	点	点	点
			平面形状	%
			最小半径	km
				日

評価過程で算出された減点数	部位	部位別評価	最終減点値
評価過程で算出された減点数	上部工	床版減点	
		主桁減点	
	下部工	縦桁減点	
		横桁減点	
		橋台減点	
		橋脚減点	
		基礎減点	
		支承減点	
		支承減点数	

評価に用いた損傷の程度と算出された減点値

日点検

		X	Y	Z	RK	点
鋼主桁	腐食					
	亀裂					
	ゆるみ					
	脱落					
	破断					
	塗装劣化					
	異常音					
	異常振動					
	異常たわみ					
	変形					
鋼横桁	腐食					
	亀裂					
	ゆるみ					
	脱落					
	破断					
	塗装劣化					
コンクリート横桁	ひびわれ					
	剥離・鉄筋露出					
	遊離石灰					
	豆板・空洞					
	鋼板接着部損傷					
	変色・劣化					
鋼床版	漏水・滞水					
	欠損					
	腐食					
	亀裂					
	ゆるみ					
	脱落					
鋼橋脚	破断					
	塗装劣化					
	異常音					
	変形					
	腐食					
	亀裂					
コンクリート橋台	ゆるみ					
	脱落					
	破断					
	塗装劣化					
	異常音					
	変形					
コンクリート橋台	ひびわれ					
	剥離・鉄筋露出					
	遊離石灰					
	豆板・空洞					
	すりへり・浸食					
	変色・劣化					
コンクリート橋台	漏水・滞水					
	欠損					
	変色・劣化					
	漏水・滞水					
	変形					
	土砂詰まり					
コンクリート橋台	欠損					

		X	Y	Z	RK	点
コンクリート主桁	ひびわれ					
	剥離・鉄筋露出					
	遊離石灰					
	豆板・空洞					
	鋼板接着部損傷					
	変色・劣化					
	漏水・滞水					
	異常振動					
	異常たわみ					
	欠損					
鋼縦桁	腐食					
	亀裂					
	ゆるみ					
	脱落					
	破断					
	塗装劣化					
コンクリート縦桁	変形					
	ひびわれ					
	剥離・鉄筋露出					
	遊離石灰					
	豆板・空洞					
	鋼板接着部損傷					
コンクリート床版	変色・劣化					
	漏水・滞水					
	欠損					
	剥離・鉄筋露出					
	遊離石灰					
	豆板・空洞					
コンクリート橋脚	すりへり・浸食					
	変色・劣化					
	漏水・滞水					
	欠損					
	沈下					
	移動					
基礎	傾斜					
	移動					
	傾斜					
	移動					
	傾斜					
	移動					
鋼支承	腐食					
	亀裂					
	ゆるみ					
	脱落					
	破断					
	塗装劣化					
鋼支承	漏水・滞水					
	変形					
	土砂詰まり					
	欠損					

(3) 補修計画作成モジュールの更新

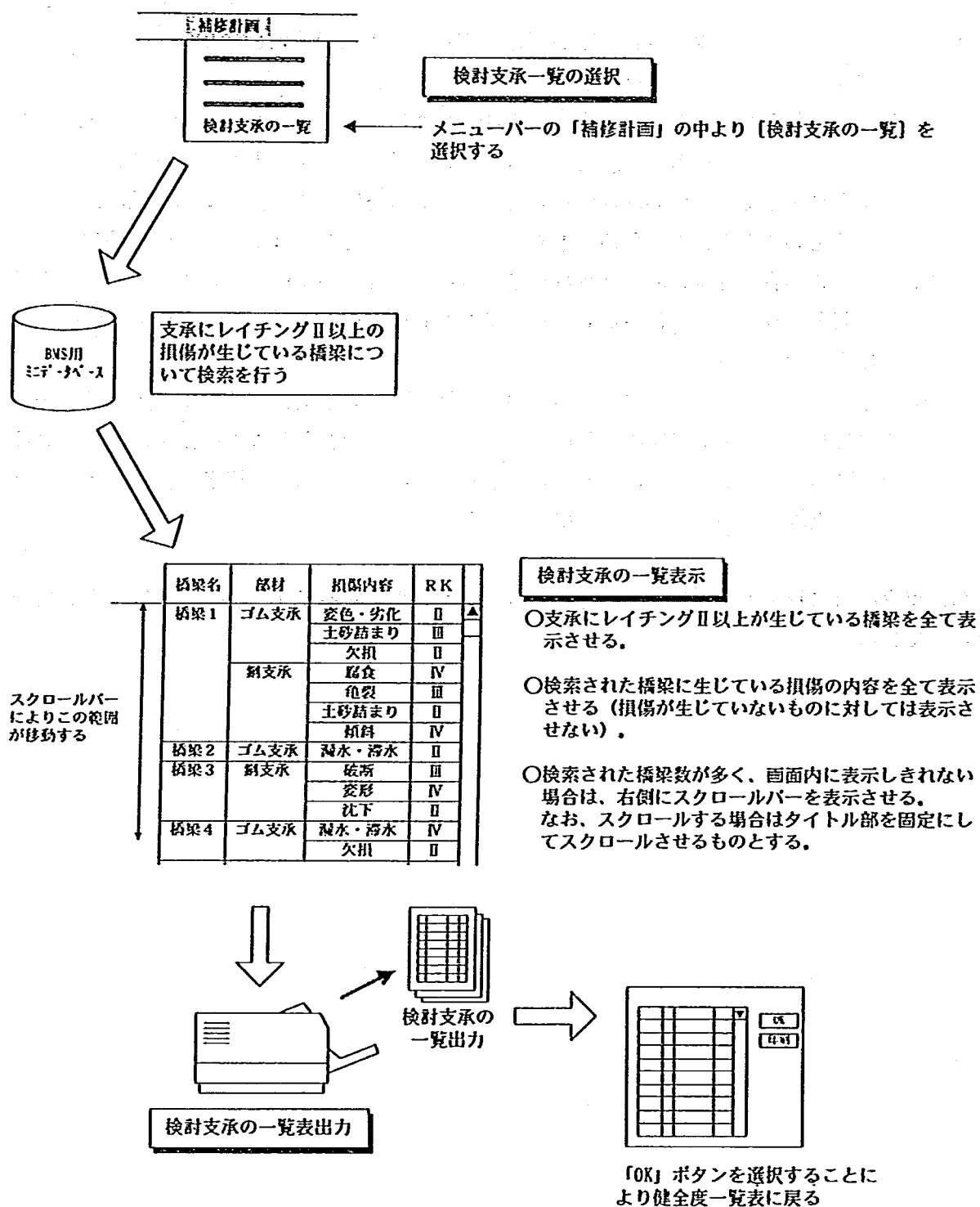
補修計画モジュールプログラムに関する修正内容は、以下に示すとおりである。

1) 補修計画作成モジュール評価手法の更新

本業務の補修計画作成モジュール評価手法の更新については、今回追加した支承に対する補修計画手法の追加を考える。この内容については以下に示すとおりである。

- ① 支承に関しては、他の部位の影響を考えるのではなく、支承単体で補修計画を立案するものである。このため、本来の補修ケースにこの支承部材の補修は追加しない。
- ② 支承の場合、支承の健全度及びレイティングの内容（損傷内容）が大きければ、即補修の対象となると考えられるため、レイティングⅡ以上が存在しているものの一覧表示機能により対応する。
- ③ 修正方法としては、メニューバーの「補修計画」の中に、「検討支承の一覧」項目を追加し、これを選択することにより、支承にレイティングⅡ以上の損傷が生じている橋梁名の一覧表示を行う。なお、表示する内容に関しては、橋梁名、構造体番号、路線名、支承の種別、損傷名称、損傷ランクとする。

なお、支承部材にレイティングⅡ以上が生じている橋梁を表示するイメージとしては、次頁に示すとおりである。



図－ 8.2.2 補修計画時の使用データの表示方法

2) 標準劣化曲線の更新

標準劣化曲線の検討結果より、本システムの標準劣化曲線を以下に示す内容に変更するものとする。

(a) 標準劣化曲線の種類について

昨年度検討した内容より、現行システムの標準劣化曲線の種類は、直線を用いている。しかしながら、今年度は直線と曲線をほぼ同程度に検討を行い、最適な標準劣化曲線の推定に全力を注いできた。この結果、データのバラツキの理由によりどちらの線（直線、曲線）が正しいか判断することが困難である。

そのため、今回は、直線、曲線の2本柱で作業を行っていくものとした。

また、この2種類の標準劣化曲線の切り替えについては、将来の運用を考え以下のように処理するものとする。

- ・標準劣化曲線を二次曲線” $y = ax^2 + bx + c$ ” と設定しておき、この係数をシステムに与えることにより標準劣化式を変更させるものとする。
- ・この標準劣化式の係数を変更する場合には、利用者が簡単に変更できるようにする必要性もなく、実際に設定させることは非常に困難である。また、不適切な入力をされた場合（凹型曲線等：健全度が0にならない）システム側で対処しきれない場合もあるため、入力画面での標準劣化曲線の変更は行わせないものとする。
- ・標準劣化曲線の設定をするための係数はテキストファイル内に設けておき、管理者のみ修正可能な状態にしておく。
- ・一度に設定できる標準劣化曲線の数是一个のみとする。

(b) 標準劣化式について

上述したように標準劣化式の変更については、プログラムの修正を行わずに係数を用いて処理できるようにしている。あとはこの係数にどのような値を設定するかであるが、本業務では標準劣化曲線が直線、曲線の場合で各々一つずつの標準劣化式の設定を行うものとする。このため、以下に示す決定基準を設けた。

- ・標準劣化曲線は必ず健全度100から経過年毎に健全度を劣化させるものであること。
- ・あきらかに不具合が生じる様な標準劣化曲線（供用期待年数が500以上等）は採用しないこと。
- ・検討に用いた橋梁数が200橋（構造体）以上あること。
- ・検討以前にあきらかに健全度がおかしい橋梁（40年経っても健全度が100等）を除いておくこと。

以上に示した規準より以下に示す標準劣化曲線が候補として挙がってくる。

- ①健全度100を除いて標準劣化曲線の検討を行ったもの（直線かつ曲線）
- ②範囲式を利用して標準劣化曲線の検討を行ったもの（直線かつ曲線）
- ③標準劣化曲線を必ず劣化する二次曲線と仮定して検討を行ったもの（曲線のみ）

これらの検討により求めた供用期待年数をまとめると、以下に示す通りとなる。

表－ 8.2.2 供用期待年数

検討方法	供用期待年数					
	直線			曲線		
	床版	主桁	下部工	床版	主桁	下部工
検討方法①	87	115	89	—	—	—
検討方法②	68	—	—	—	—	—
検討方法③	—	—	—	62	73	58

以上の結果より標準劣化曲線として今後検討していくものとしては、直線に関しては検討方法①で求めたもの、曲線については検討方法③で求めたものを採用するものとする。

(現行システム)

表－ 8.2.3 標準劣化式 (現行システム)

部位	標準劣化式	供用期待年数
床版	$y = -x + 100$	70 年
主桁	$y = -0.7x + 100$	100 年
下部工	$y = -0.7x + 100$	100 年

(変更内容)

直線、曲線各々以下に示す標準劣化式を利用するものとする。

①直線

表－ 8.2.4 標準劣化式 (直線)

部位	標準劣化式	供用期待年数
床版	$y = -0.8010x + 100$	87 年
主桁	$y = -0.6077x + 100$	115 年
下部工	$y = -0.7853x + 100$	89 年

②曲線

表－ 8.2.5 標準劣化式 (曲線)

部位	標準劣化式	供用期待年数
床版	$y = -0.01814x^2 + 100$	62 年
主桁	$y = -0.01320x^2 + 100$	73 年
下部工	$y = -0.02069x^2 + 100$	58 年

なお、上記に示す標準劣化式及び供用期待年数は、標準劣化曲線を $y = ax + 100$ (直線)、 $y = ax^2 + 100$ (曲線) と仮定して算出したものである。

(c) 標準劣化式及び供用期待年数の変更方法について

標準劣化式及び供用期待年数の変更方法については以下に示す通りである。

- ① 標準劣化曲線は二次曲線 " $y = ax^2 + bx + c$ " で設定されており、この係数及び供用期待年数をファイル「BMSKESU.DAT」で設定できるようにする。
- ② 「BMSKESU.DAT」ファイル内の内容は以下に示す通りである。

(BMSKESU.DAT)

- (1行目) 0.00000000 " $y = ax^2 + bx + c$ " の係数 a を入力する。(橋梁全体)
- (2行目) 0.00000000 " $y = ax^2 + bx + c$ " の係数 b を入力する。(橋梁全体)
- (3行目) 0.00000000 " $y = ax^2 + bx + c$ " の係数 c を入力する。(橋梁全体)
- (4行目) 0.00000000 " $y = ax^2 + bx + c$ " の係数 a を入力する。(床版)
- (5行目) 0.00000000 " $y = ax^2 + bx + c$ " の係数 b を入力する。(床版)
- (6行目) 0.00000000 " $y = ax^2 + bx + c$ " の係数 c を入力する。(床版)
- (7行目) 0.00000000 " $y = ax^2 + bx + c$ " の係数 a を入力する。(主桁)
- (8行目) 0.00000000 " $y = ax^2 + bx + c$ " の係数 b を入力する。(主桁)
- (9行目) 0.00000000 " $y = ax^2 + bx + c$ " の係数 c を入力する。(主桁)
- (10行目) 0.00000000 " $y = ax^2 + bx + c$ " の係数 a を入力する。(下部工)
- (11行目) 0.00000000 " $y = ax^2 + bx + c$ " の係数 b を入力する。(下部工)
- (12行目) 0.00000000 " $y = ax^2 + bx + c$ " の係数 c を入力する。(下部工)
- (13行目) 0.00000000 (橋梁全体) の供用期待年数を入力する。
- (14行目) 0.00000000 (床版) の供用期待年数を入力する。
- (15行目) 0.00000000 (主桁) の供用期待年数を入力する。
- (16行目) 0.00000000 (下部工) の供用期待年数を入力する。

- ③ 「BMSKESU.DAT」ファイルは、BMS.EXE と同じディレクトリに入れるものとする。
- ④ 一つの係数で一行とする。
- ⑤ 小数点、－(マイナス)の設定も可能である。
- ⑥ 入力する標準劣化曲線は必ず劣化する曲線とし、劣化年が0の時の健全度は100とする。

注) 橋梁全体は、補修ケース14(架け換え)を検討する際に使用しています。

3) 補修単価の更新

補修単価の見直しとして、各地建の平成7年度の補修実績より補修規模、補修橋梁及び補修費用の調査を行った。

4) 金利の更新

現行システムでデフォルトセットされている金利の値 (0.06) を変更させるものである。システム上、金利の値で補修計画が変動してしまうことは非常に危険であり、また、将来の金利変動を予測することは困難である。このため、システム上で持つ金利の値 (デフォルト値) を 0 とするものとした。なお、金利を 0 とした場合の管理者利得は、補修により延命される期間に減価償却される費用であり、算出方法は、以下に示すとおりである。

$$(\text{管理者利得}) = \frac{Ck}{T} \cdot E$$

ここに、
 C : 部材の交換費用
 T : 部材の供用期待年数
 E : 部材の補修による延命年数

但し、金利の修正は可能としておき、必要に応じて設定するものとする。この場合の管理者利得の算出方法は、以下に示すとおりである。

$$(\text{管理者利得}) = C \cdot \frac{(1+i)^T}{(1+i)^T - 1} \left(\frac{1}{(1+i)^{T_r}} - \frac{1}{(1+i)^{T_r+E}} \right)$$

ここに、
 C : 部材の交換費用
 T : 部材の供用期待年数
 T_r : 残存寿命
 E : 部材の補修による延命年数
 i : 金利-物価上昇率 ($\neq 0$)

5) 補修ケースの更新

現在システム内部で設定されている補修ケースの内容を変更させる。

現行システムで設定されている補修ケースは、以下に示すとおりである。

- ① 補修しない。
- ② レイティングⅡ以上を補修する。
- ③ 当該部材の交換

各部位毎に上記①～③の補修範囲の組み合わせを考えた補修ケースは、以下に示すとおりである。

表－ 8.2.8 補修ケース

補修ケース No.	下部工	主桁	床版
補修ケース 1	①	①	②
補修ケース 2			③
補修ケース 3		②	①
補修ケース 4			②
補修ケース 5			③
補修ケース 6		③	③
補修ケース 7	②	①	①
補修ケース 8			②
補修ケース 9			③
補修ケース 10		②	①
補修ケース 11			②
補修ケース 12			③
補修ケース 13		③	③
補修ケース 14	③	③	③

これを、以下に示すように変更させる。

- ① 補修しない。
- ② レイティングⅢ以上を補修する。
- ③ 当該部位の交換

なお、補修の組み合わせについては、現行と同様とする。

(4) 使用性向上の更新

使用性向上に関する更新内容として、以下の項目を考える。

1) データ変更に関する更新

① IBM→DOSフォーマット変換作業に関する事項

現行システムでは、IBM→DOS変換時に今から処理するデータのカード番号入力（現在処理している次のカード番号しか選択できない）させている。このため、途中のカード番号のみデータ変更することが出来ない。

実際の本システムの運営を考えると、後からのデータの追加及び部分的にデータの修正等の作業も十分発生すると考えられる。このため、変換できるカード番号を任意に指定できるように修正するものとする。

なお、修正方法は、現行システムのカード選択画面にて、全てのカード番号のオプションボタンを表示させ、利用者が任意にカード番号を指定できるようにする。また、同カード毎に設定される通し番号を利用者に設定させる等の処理は、カードデータファイル名（MICH99**：*は自動的に変換順序により通し番号が設定される）の重複及び上書き等の問題が懸念される。このため、本システムではカード番号の指定のみ可能とし、通し番号は、システム上で1から自動的に番号を付けるものとする。

なお、IBM→DOSフォーマット変換時の作業の流れについては、次頁に示すとおりである。

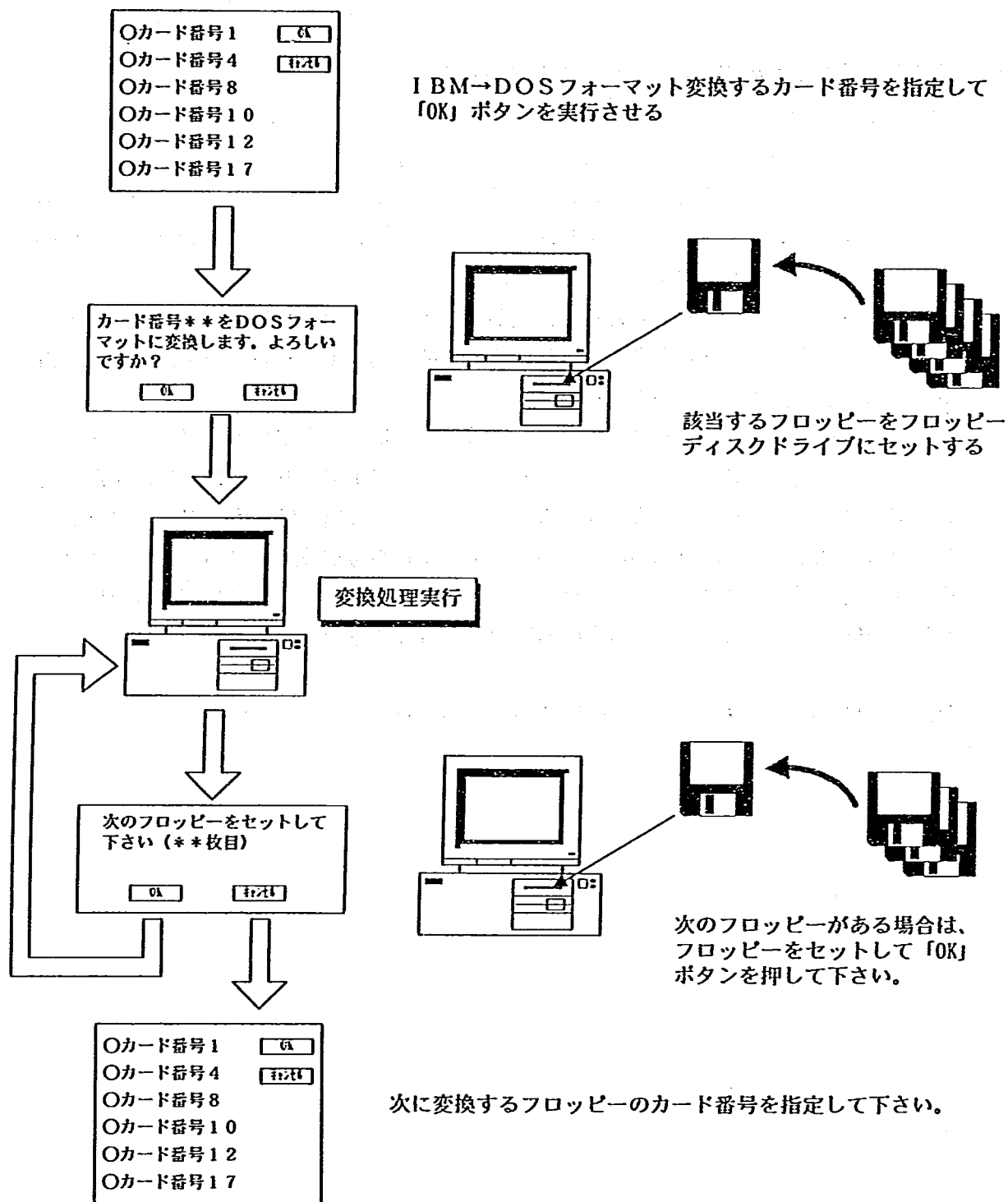


図 - 8.23 IBM→DOSフォーマット変換処理

② データフロッピーの制限枚数について

現行システムでは1カード当たり、フロッピー9枚までの制限が設けてある。しかし、実際、各地建の試用時に9枚以上のフロッピー枚数も発生したことからこの制限を外す事が必要と考えられる。このため、フロッピー枚数を99枚まで可能とするようにする。

③ エラーメッセージへの対処方法に関する事項

現行システムでは、DOSフォーマット→ミニデータベース変更時にデータに不具合が生じた場合、エラーメッセージを表示させ対処方法を利用者に選択してもらっている。このデータ変換処理は、非常に時間がかかることから、処理中に席を外す事が多いと考えられる。この場合、不具合が生じるとエラーメッセージが表示されたまま処理の継続が中断されてしまう。このため、このデータ変換処理を夜間に実行しておくといった対処方法も不可能である。これに対処する方法として「橋梁無視」、「無視終了」といった利用者作業を有しない処理に関しては、実行以前にこれを選択出来るようする方法が考えられる。

処理実行画面に以下のオプションボタンを追加し、「橋梁無視」、「無視終了」の対処方法をデータ変換実行以前に選択できるようにする。

なお、上記処理を行った場合、エラーメッセージは最後にまとめて表示させるものとする。但し、このエラーメッセージは表示するのみとし、これより、データの修正等の処理の選択は出来ないものとする。

なお、エラーメッセージへの対応方法のイメージは次頁に示すとおりである。

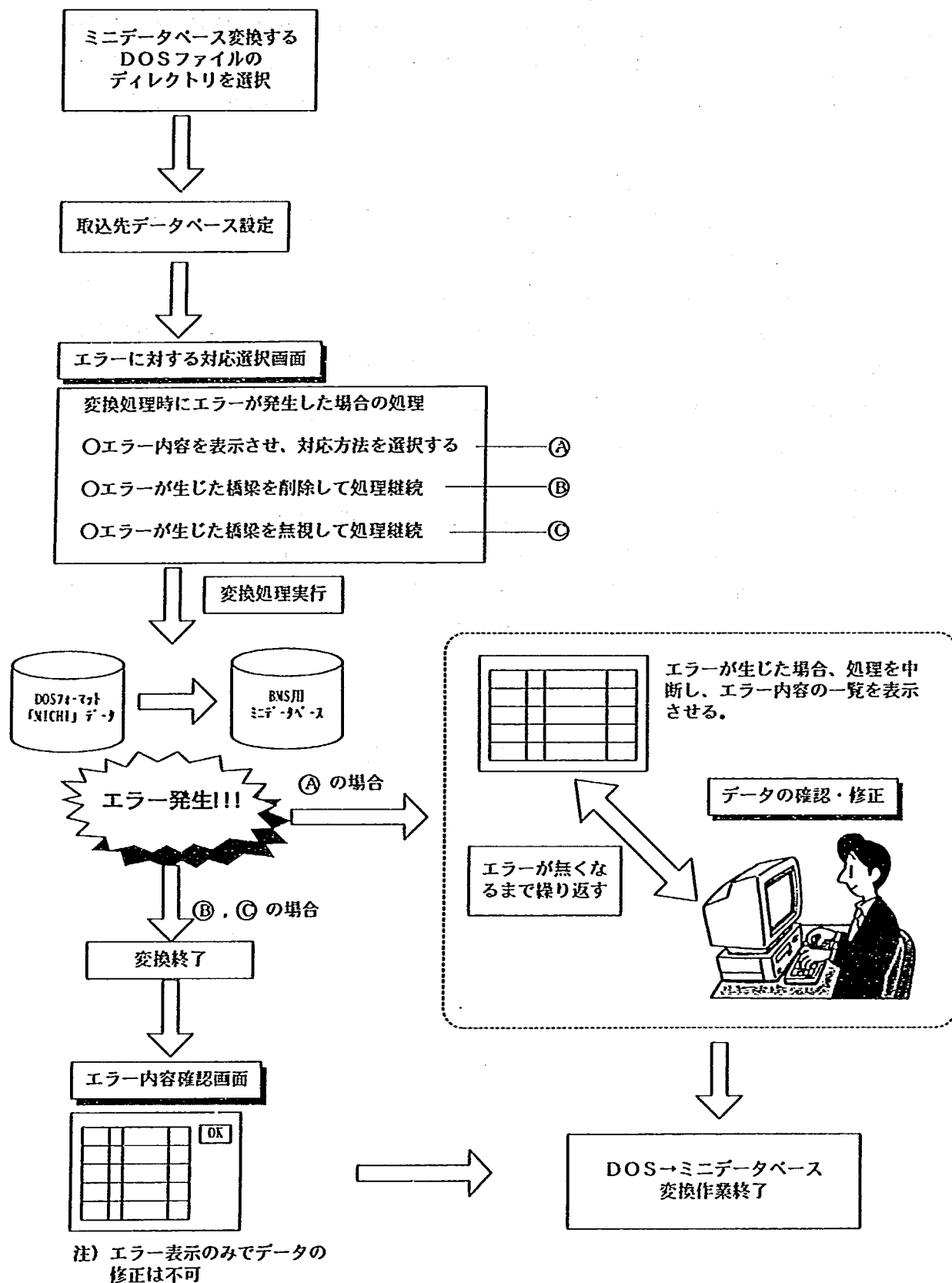


図 - 8.2.4 DOS→ミニデータベース変換処理手順

2) ヘルプ機能を追加

本業務内容の使用性向上に関する事項としてヘルプ機能の追加を考える。ヘルプの内容は、以下に示すとおりである。

- ① ヘルプの内容に関しては、利用マニュアルをそのまま利用するものとする。
- ② ヘルプを選択する事により、目次一覧が表示し、各項目名称をクリックすることにより、これに対応した箇所（ページ）に関するヘルプ内容を表示させる。
- ③ 各画面毎にヘルプボタンを追加させ、これを押すことにより、当該する画面のヘルプ内容を表示させるものとする。

3) 改良型M I C H I への対応

建設省道路管理データベース（M I C H I）のC／S方式への移行に伴い、従来の方法ではデータの入力が出来なくなるため、改良型M I C H I からデータの入力が可能となるよう、データ読み込み部の変更を行うものとする。

9. 将来への提案

9. 1 橋梁点検要領への提案

(1) 点検の頻度と運用方法

1) 提案内容

「橋梁点検要領」の主旨が、主に耐荷性と耐久性に影響する損傷について点検するものであり、これを実際の補修計画に役立てるためには、点検年度から補修計画年度までの進行を考える必要がでてくる。

しかしながら、各損傷の進行速度及び補修実行基準が明確となっていないため、これの利用方法が不明確となっている。このため、以下に示す項目について追記が必要と考えられる。

- ① 「定期点検の実施を少なくとも10年に1回程度」としているが、もう少し実施頻度を多くする。
- ② 前項①を実施することが困難である場合、各損傷の進行速度の目安となるような指針を設ける。

2) 将来見解

- ① 損傷の劣化を推測する必要が生じないため、常に信頼のおける損傷データ内容を基に補修計画を立てることができる。
- ② 補修計画を立てるときに試用しているデータが9年前のものをを用いる場合に、損傷の劣化を見込んで補修計画を立てられる。

(2) 定期点検の実施

1) 提案内容

各部材に対して、点検する項目（損傷）が決まっているが、この損傷に対する点検結果を実際にデータに変換する際の規定が明確にされていないため、以下に示す問題が生じている。

① 上位損傷（剥離、鉄筋露出）が生じている場合に、下位損傷（ひび割れ）にも損傷データを入力するか否かが不明確であり、この部分の判断を点検者に委ねているため、同じ橋梁を点検した場合においても、点検結果（損傷データ）が異なってくる。

2) 将来見解

点検員の育成を強化することにより、データの精度向上及び、統一性を図ることができる。これにより、橋梁マネジメントシステムのような各システムのデータ利用を促進する。

(3) 損傷度ランクの判定

1) 提案内容

損傷の規模をX（損傷位置等）、Y（損傷の深さ）、Z（損傷の広がり）に対して、「大」、「中」、「小」のランク付けにより、損傷度のランクを判定している。この損傷度ランクを基に補修計画を打ち立てる必要があるが、実際の補修計画を立てる際には、補修規模の情報が不可欠となる。このため、上記損傷情報以外に、補修費用を算出する際に利用できるような、補修の規模（損傷の規模）に関する情報も追加する必要がある。

2) 将来見解

点検時に補修規模の内容を同時に点検することにより、補修計画を立てるときの手間を省くことができる。また、補修費用の算出にも役立てられる。

9. 2 MICHlへの提案

(1) フォーマット変換

1) 提案内容

本システムでMICHlデータを利用する際、フォーマット変換（IBMフォーマット→DOSフォーマット）しているが、この変換処理にかなりの時間を有している。

また、現在、「MICHl」システムはC/S化システムとなり、データベースをサーバに置き、クライアント側でこのデータを利用するようなシステム構成に改良されている。このため、今までのようなデータインタフェイスではMICHlデータを本システムに移行することができなくなっている。

2) 将来見解

左記に示す改良型「MICHl」では、今までのように汎用機—パソコン間の垣根を越えたデータの受け渡しが可能となっている。このため、これに対応した橋梁マネージメントシステムの開発を行う必要がある。

これにより、データ変換部の作業が不要となり、橋梁マネージメントシステムの作業時間が短縮される。

また、現行システムではMICHlデータの利用を前提としているため、BMS側で利用できるデータ項目は、MICHl側のデータ制約等の影響を受けている。このため、将来的には橋梁マネージメント用のデータベースを確立させ利用していくことが望ましい。

(2) データベース作成

1) 提案内容

MICHlデータを橋梁マネージメントシステム用のデータベースに変換する際にかなりの時間を有している。これは、MICHlデータ（カード型データ）から橋梁マネージメントシステム用のデータを作成する際に、カード間にデータリンク処理に時間が費やされているためである。

また、データベース作成と同時に補修規模及び補修費用のデフォルト値の算出を行っている。また、この算出値は損傷規模が不明であるため、橋梁全体を補修規模として算出しており、架替え費用に関しても既設橋と同様の構造物を前提として算出している。このため、この補修費用は実際の補修費用とはかなり異なってくると考えられる。

2) 将来見解

上記に示した改良型「MICHl」では、C/S機能を用いて直接クライアント側にMICHlデータを提供することが可能となっている。この際の提供形態としては各種用意されているが、システム的な利用が可能であるCSVファイル型の提供データを利用していくことが望ましいと考えられる。

架替え費用の設定に関しては、各地建で所有している橋梁全てに対して架け替え費用の設定を行うことは非常に困難であるため、補修費用を入力する橋梁（補修計画対象橋梁）の選定処理を充実させる必要がある。

また、現行システムではMICHlデータの利用を前提としているため、BMS側で利用できるデータ項目はMICHl側のデータ制約等の影響を受けている。このため、将来的には橋梁マネージメント用のデータベースを確立させ利用していくことが望ましい。

9. 3 健全度評価への提案

(1) 損傷ランクと減点数

1) 提案内容

現在設定している損傷ランク毎の減点数は、実際のデータを用いた専門家による健全度評価点とシステム算出評価点との比較処理により設定している。この減点数は損傷発生部位に係わず一定の減点数を用いているが、これは橋梁点検要領で設定している損傷ランクが全ての部位に対して共通となる損傷ランクと判断して設定しているものである。

2) 将来見解

減点数の内容はシステム内で変更可能としている。現在のシステムではある程度デフォルト値を設定しているが、今後の運用に当たって随時変更していき地域性も加味した内容に改良していくものと考えられる。

また、システム内部では部位毎に異なった減点数を持っているため、部位毎に異なった減点数を設定することも可能である。

(2) 健全度対象部位

1) 提案内容

本システムで対象としている健全度評価部位としては、主として橋梁主要部材としている。これは、単体で交換できる二次部材（防護柵、高欄等）に関しては、システムの健全度を算出する必要はなく、損傷ランクにより直接補修計画を立てることができるためである。

2) 将来見解

現行システムでは主要部材のみの補修計画が可能であるが、橋梁全体をマネジメントして行くには、橋梁全ての部材（主要部材、2次部材）に関するデータをBMS上で管理し、状況に応じて使い分けることが望ましい。

(3) 健全度算出方法

1) 提案内容

本システムでは、「床版」「主桁」「支承」「下部工」「基礎」に分けて健全度を算出している。これは、取り替えが考えられる部位単位に健全度を算出することにより、実際の補修計画に直接反映させるためである。

減点数の加算は全て累計としており、損傷部位間の減点数の統合時において重み付けの処理を行っていない。これは橋梁点検要領に示されている損傷ランクが、部位間共通のものとして考えているためである。

2) 将来見解

健全度の算出は、実際に補修を行う単位に行った方が直接補修計画に反映することができるため、利用勝手が良いと考えられる。

将来的には、本システムで算出した健全度と損傷の規模及び架設年等を加味し、最終的な健全度評価を行うべきである。

9. 4 補修計画作成への提案

(1) 補修対象橋梁選定

1) 提案内容

補修計画を立てる前に補修計画対象橋梁の選定を行う必要がある。これは、補修計画実行処理に時間がかかる等の理由があるため、ある程度重要度より補修計画橋梁を限定してこの橋梁の中で補修計画を立てる事により、処理の効率化を図るものである。この際の選定基準として橋梁個々の重要度を算出して上位にある橋梁のうち、数橋梁を補修計画対象橋梁として選定する。

2) 将来見解

交通量、健全度等により重要度の算出をするのは基より、利用者の不快感、補修する際の迂回有無、地域性等の内容も考慮して補修の重要度を決定する必要がある。現行システムでは、交通量を直接入力しているが、将来的にはセンサスの情報を自動的に取込み全て自動化により重要度の順位付けを行うとともに、利用者からの要望等の内容も勘案して、最終的な補修計画対象橋梁を選定する必要がある。

(2) 補修費用

1) 提案内容

補修費用は、補修規模及び補修単価より算出しており、算出された補修費用を直接修正することも可能となっている。しかし、全ての橋梁に対して補修費用を入力することが困難であることから、システム内部で構造条件等より自動的に補修規模を算出している。この補修規模は「MICH」上に補修規模データが無いことより、橋梁全体を補修規模として算出したものであり、実際利用していくためには本算出補修規模を参照して、実際の補修規模及び補修費用を入力し直す必要がある。

2) 将来見解

本年度開発した補修履歴データベースシステムによるデータの蓄積により推定される補修単価を設定し、これをプログラム内部に設定する。また、補修規模に関しては、橋梁点検時（近接）に補修規模（範囲）も同時に調査し、これをデータベース化しておく（MICH 等）。この2つのデータを用いて補修費用の算出を行うことにより、補修費用の算出精度の向上を図る。

(3) 補修利得

1) 提案内容

供用限界時点まで放置し、その後橋梁の架替えを繰り返す場合と現時点で補修を行いその後供用限界時点まで放置し、その後橋梁の架替えを繰り返す場合の差分により補修利得を算出した。しかし、この方法では実質利子を設定することが困難であることから、 $(\text{架替費用}) / (\text{供用期待年数}) \times (\text{延命年数})$ により補修利得を算出することとした。但し、この補修利得はあくまでも管理者利得であり、利用者利得の設定は色々な状況が考えられることから本システムの対象外としている。

2) 将来見解

最終的な補修利得を考える場合、管理者利得の内容のみでは実際の補修計画に沿った内容を選定することができないため、将来的には利用者利得も別途考慮する必要がある。また、現時点の補修効率の判定のみ

だけでなく、何年後に補修した方が一番効率がよい等の将来予測も含めた将来全体補修計画を立てることが望ましい。しかし、これを実行させるには点検データの信頼性を向上させるため、点検頻度を高くして常に信頼のおけるデータを基に補修計画を立てる必要がある。

(4) 補修工法

1) 提案内容

同補修工法で対応できる損傷内容をグループ分けして各損傷に対して1, 2個の補修工法を内部設定している。しかし、実際システムから提供される補修工法の内容は参照工法であり、全て自動的に補修工法を選定できるものではない。

2) 将来見解

実際の補修工法は状況に応じて各種の補修工法が考えられ、最終的な補修工法はある程度補修橋梁が限定されてから決定するものであり、補修計画を立てる以前に全ての橋梁の補修工法を設定することは困難である。このため、補修履歴データベースを整備していくことにより損傷内容、補修工法、補修規模及び損傷箇所をパターン化し、データベースより適切な補修工法を選択する方法が良いと考えられる。

(5) 補修計画

1) 提案内容

補修効率の高い順位随時補修対象項目として取り上げ、予算を超えない様に補修計画を立てている。しかし、全ての橋梁に対して補修代替案を15パターン用意しており、これを補修効率の高い順に並び替えることは、メモリの制約上かなり処理時間が必要となる。(対象橋梁数は最大1000件の為、メモリ上で処理しておらず、ディスクに読み書きしながら処理を行っている)

2) 将来見解

補修計画処理を向上させるためには、ハードの向上及び処理方法の効率化及び簡易化を図る必要がある。ハードの向上に関してはメモリの増設及び、C/S方式により計算処理自体を処理能力の優れているサーバに持たせる等の方法が考えられる。

9. 5 システム全体への提案

(1) システム構成

1) 提案内容

現行システムは、スタンドアローン版システムでありパソコン単独での操作が可能である。しかし、本システムで使用している MICHl データとのインタフェースを円滑に行うためには、システム構成を C/S 方式にすることが必要となる。

2) 将来見解

データの共有化及び他システムのデータを利用する際は、C/S 方式によるシステム構築が必要となる。これにより本システムで利用しているデータを全てサーバにて一元管理し、複数のユーザーにより本システムのデータを共有することが可能となる。

(2) データ作成

1) 提案内容

現在では MICHl の橋梁点検結果を利用しているが、これは 10 年に一度の近接点検のデータであるため、データによっては全然信頼性がないデータが存在している。また、MICHl のデータ自体補修計画用に作成されたデータではないため、本システムに必要なデータが全て入力されている訳ではない。しかし、本システム用に別途 1 からデータを入力することは、橋梁基本データ等「MICHl」データとかなり重複している箇所もあることから適切とは言えない。

2) 将来見解

利用できる箇所はできし、その他必要なデータは直接 BMS からデータを入力して BMS 用のデータベースを作成する事が望ましい。

(3) BMS の将来像

1) 提案内容

現在では、「MICHl」からのデータ入力→健全度評価→補修計画の一方処理であり、補修された内容を即座に反映して次の補修計画を立てることができない。また、補修計画及び補修履歴の内容も別々に入力する必要があり、全て一連の流れで円滑にシステムを運営することができない。

また、BMS の対象とする部材は現在は、主要部材のみであるが、二次部材も含むように変更する。

2) 将来見解

本来は点検→評価→補修計画→補修実行→補修履歴→点検の流れの繰り返しを全てシステムティックに運用していくことが BMS の将来像といえる。このため、点検された内容は即座に BMS に反映することができ、また、補修計画→補修実行→補修履歴のデータも全てデータベースに登録し、データ内容を橋梁マネジメントの流れに沿って随時修正・利用できるようにする。このため、橋梁管理に関するデータ項目は全て BMS 用のデータベースに登録しておく必要がある。

参考文献

- Bridge Management System
FHWA-DP-71-01R Oct. 1989
U. S. Department of transportation
Federal Highway Administration
- Cost-Effective Bridge Maintenance Strategies
vol. II. Giudelines and recommendations
Publicattion no. FHWA/RD-86/110 June 1986
U. S. Department of transportation
Federal Highway Administration
- The pennsylvania Bredge management System
Research Proiect NO. 84-28A (Fainal Report)
- Transportation Research Record
Third Bridge Engineering Conference
Transportation Research Board
National Research Council
- Residual Service Life of COncrete Structures
- 建設支援のための土木情報システム
(財) 土木学会 土木情報システム委員会
- 公共構造物の信頼性評価
構造物の信頼性評価技術開発特別委員会報告書
平成元年5月 (社) 日本鋼構造協会
- 鋼構造物の寿命に関する調査
構造物の寿命検討小委員会報告書
平成3年8月 道路鋼構造協会
- 建設物の維持管理
飯塚 裕 鹿島出版社
- コンクリート構造物の寿命
岡田 清 セメント・コンクリート NO. 470, Apr. 1986
- 維持・管理計画のための橋梁評価システムに関する基礎的研究
小間井、木俣、小堀 土木学会論文集 NO. 428/ I-15, 1991. 4
- A Statistical study on Life time of Bridges
structural Eng/Earthouake Eng
Vol. 5 No. 1 Apr. 1988
Japan Society of Civil Engineers
- 道路橋補修便覧 昭和54年2月
- コンクリート構造物の劣化診断と補修
- コンクリート土木構造物の補修マニュアル
- 橋梁点検要領 (案)
建設省 土木研究所 昭和63年7月
- 大島俊之他、「橋梁の健全度診断と老朽度ランク付けの研究」
北見工業大学地域共同研究センター研究成果報告書題4号(1997)
- 串田守可他、「橋梁維持管理システム (BMS) の開発 (第1報)」
クリモト技報第37号 (1997. 9)
- 「橋梁診断支援コンピューターシステムに関する研究」
小堀為雄他 橋梁と基礎90-11
金沢大学工学部土木建設工学科
- BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM CODING MANUAL
BRIDGE MANAGEMENT SYSTEMS DIVISION BUREAU OF BRIDGE & ROADWAY
TECHNOLOGY
January 1990

- NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM REPORT 300 BRIDGE MANAGEMENT SYSTEMS
 Lowell B. Jackson
 Colorado Department of Highways
 December 1987
- 「LIFE-CYCLE COST ANALYSIS WITH NATURAL HAZARD RISK」
 Stephanie E. Chang JOURNAL OF INFRASTRUCTURE SYSTEMS/ September 1996 ASCE
- 「RELIABILITY OF REINFORCED CONCRETE GIRDERS UNDER CORROSION ATTACK」
 Dan M. Frangopol JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING/ March 1997 ASCE
- 「LIFE-CYCLE COST DESIGN OF DETERIORATING STRUCTURES」
 Dan M. Frangopol JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING/ October 1997 ASCE
- 「DEVELOPING USER COSTS OR BRIDGE MANAGEMENT SYSTEMS」
 David W. Johnston
 North Carolina State University
 September 1987
- 「MAINTAINING RELIABILITY OF CONCRETE STRUCTURES. I: ROLE OF INSPECTION/REPAIR」
 Yasuhiro Mori JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING, Vol. 120, No. 3, March 1994 ASCE
- 「RELIABILITY-BASED BRIDGE DESIGN AND LIFE CYCLE MANAGEMENT WITH MARKOV DECISION PROCESSES」
 Zongwei Tao STRUCTURAL SAFETY 16 (1994) 111-132
 Department of Geography and Engineering, The Johns University
- 「BRIDGE MANAGEMENT SYSTEMS-STATE OF ART」
 M. Shirole THIRD BRIDGE ENGINEERING CONFERENCE No. 1290 Volume 2 Bridges and Structures
- 「ANALYTICAL APPROACH TO THE DEVELOPEMENT OF A BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM」
 Ray W. James THIRD BRIDGE ENGINEERING CONFERENCE No. 1290 Volume 2 Bridges and Structures
- 「米国における橋梁の維持管理システム」
 藤井学他 京都大学工学部土木工学科 橋梁と基礎95-6
- 「ライフタイムコストを考慮した海岸構造物の設法」
 鹿島遼一他 土木学会第43回年次学術講演会 (昭和63年10月)
 (財) 電力中央研究所
- 「研究レポート建築設備の更新とそのLCCによる評価」
 石福昭 宇都宮大学工学部建築工学科
- 「設備の寿命と経済性」
 中村善太郎 やさしい経済性工学入門 (第11回)
 慶應義塾大学理工学部管理工学科 1990/2
- 「ライフサイクルコスト (LCC) とは」
 佐野武仁 建築設備と配管工事1985/11
 早稲田大学理工学部建築学科
- 「橋梁の健全度診断における物理的総合評価手法に関する研究」
 本間美樹治他中神土木設計 土木学会第48回年次学術講演会 (平成5年9月)
- 「知識の更新機能を有するコンクリート橋管理支援システムの実用化に関する研究」
 古川正典他 土木学会第47回年次学術講演会 (平成4年9月)
 住友金属 (株)

- 「知識更新機能を有するコンクリート橋診断エキスパートシステムの開発」
益成一郎他 土木学会第46回年次学術講演会（平成3年9月）
清水建設（株）
- 「橋梁診断エキスパートシステムにおける知識の更新手法」
古川正典他 土木学会第45回年次学術講演会（平成2年9月）
神戸大学大学院
- 「コンクリート橋における健全度および余寿命の評価に関する研究」
原田隆郎他 土木学会第47回年次学術講演会（平成4年9月）
茨城大学工学部
- 「道路構造物の劣化・損傷を表現するモデルの提案～道路構造物の維持修繕エキスパートシステムの構築へ向けて」
阿久澤孝之他 土木学会第46回年次学術講演会（平成3年9月）
茨城大学大学院
- 「湾港鋼構造物の腐食劣化度判定システムの構築」
山本広祐他 土木学会第45回年次学術講演会（平成2年9月）
（財）電力中央研究所
- 「効果的な耐力評価の一手法」
杉館政雄他 土木学会第48回年次学術講演会（平成5年9月）
JR東日本
- 「鋼橋の腐食劣化評価および余寿命評価に関する研究」
三宅広昭他 土木学会第48回年次学術講演会（平成5年9月）
兵庫県
- 「環境因子を用いた鋼橋の腐食劣化の評価に関する研究」
三宅広昭他 土木学会第46回年次学術講演会（平成3年9月）
京都大学大学院
- 「従来技術を重視した鋼鉄道橋の維持管理システムの構築」
堀口哲夫他 土木学会第46回年次学術講演会（平成3年9月）
（株）橋梁メンテナンスコンサルタント(BMC)
- 「道路橋コンクリート床版の健全度評価のためのエキスパートシステム」
飯星力他 土木学会第45回年次学術講演会（平成2年9月）
旭化成工業（株）
- PROCEEDINGS OF THE FOURTH NATIONAL WORKSHOP ON BRIDGE RESEARCH IN PROGRESS
Ian G. Buckle
State University of New York at Buffalo
June 17-19, 1996
- 「OPTIMAL MAINTENANCE AND REHABILITATION STRATEGY FOR THE BRIDGES OF NEW YORK CITY」
Bojidar Yanev
Eng. Sc. D., PE Department of Transportation New York City
March 11-13, 1996
- BRIDGES AND TUNNELS ON DANISH HIGHWAYS
Bridge Department Road Directorate Denmark Ministry Transport 1992
- DANBRO COMPUTER BASED BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM
- 「INCORPORATING LIFE-CYCLE COSTS IN HIGHWAY-BRIDGE PLANNING AND DESIGN」
Jamshid Mohammadi JOURNAL OF TRANSPORTATION ENGINEERING /September
1995 ASCE
- 「橋梁の維持管理システム(BMS)の開発（第1報）」
串田守可他 クリモト技報No. 37(1997. 9)
鉄構事業部設計第一部