

6. 橋梁データベースの検討

6. 1 概 要

現在、建設省の道路管理データベース（MICH I）を始めとして多くの道路構造物データベースが運用されている。しかし、データの入力が不十分である、データの精度が悪い、データが古い、使いにくい等の問題があり、有効に活用されていないのが現状である。

橋梁に関するデータベースとしては、MICH I、橋梁点検データ処理システム、防災点検データ等のシステムがある。21世紀型の北海道に相応しいデータベースを構築又は有効活用するために、現在の利用状況等を調査し、最も重要な健全度評価システムの検討、ひいては橋梁マネジメントシステム（BMS）の展望までの検討結果を報告する。

6. 2 既存データベースの調査

6. 2. 1 既存システムの一覧

表 6-2-1 道路管理関連データベース一覧

システム名	管理者	内 容	利用 形態	運 用 状 況	適 用
①道路管理データベースシステム	北海道開発局	道路構造物全般	CS	稼動中	MICH I とリンク
②橋梁点検データ処理システム	北海道開発局	橋梁点検結果、損傷度評価	CS	稼動中	
③道路橋維持管理システム	北海道開発局	①、②、防災点検、構造データ	CD	開発中 1部稼働	既存システムの利用
④橋梁保全支援システム	財道路保全 技術センター	橋梁基本情報、点検、診断、写真 データ	CS	稼動中	
⑤橋梁データベースシステム	北海道庁	橋梁基本情報、点検、写真データ	CD	稼動中	
⑥橋梁管理情報システム	東京都庁	橋梁点検、調査、補修対策支援	CS	稼動中	
⑦維持管理システム	日本道路公団	点検、補修、技術情報、分析予測	CS	稼動中	

CS：クライアント・サーバー方式（小規模）

注：サーバーが設置してある特定の場所で利用可能

CD：スタンドアローン方式（CD配布方式）

6. 2. 2 既存システムの課題

表6-2-1に示す様に、開発局を始めとする各道路管理者、(財)道路保全技術センター等では様々なシステムを有しているが、全体的に次の様な課題が挙げられる。

- ① 高度なネットワーク化が未整備なので情報の共有化が不完全。
- ② 既存システム(MICHI等)の有機的な活用が不十分。
- ③ 地形情報、写真情報等、情報のマルチメディア化に対応していない。
- ④ 既存システム間のリンクが不完全である。
- ⑤ データの質と量がまだ発展途上である。

6. 2. 3 21世紀型データベースのイメージ

様々な情報を有効に利用するためには、その情報を利用する人達が情報を分析し必要な形に加工する事で、自由に且つ簡単に出来るシステム構築が望まれる。一担当者のパソコンから「必要な情報だけを」、「必要な時に」、「必要な形で提供し」、「必要に応じて自由に活用できる」データベースシステムを構築する事が必要である。

利用形態としては、スタンドアローン方式(CD-ROM)から高度なクライアント・サーバー方式への移行が重要であり、具体的には次の様な方法が考えられる。

- ① インターネットを利用：ホームページ(財団法人 北海道道路管理技術センター)
- ② イン트라ネットの構築：道路管理者内

従来、DBの作成は規模が大きく、凡用的なものが構築されたが、利用度が低く、効果が上がっていないと言われている。従って今後は、短時間で作成し、すぐ活用できる下記の様な小型のデータベースを構築し、サーバー上に置いて利用する事も考えられる。

- | | |
|---------------|----------------|
| ① トンネルデータベース | ② 防災マップデータベース |
| ③ 業務成果品データベース | ④ 耐荷力調査データベース |
| ⑤ 技術情報データベース | ⑥ 補修・補強工事事例データ |

更に、マネジメントシステムへの発展を見定め、維持更新の計画(更新部材の特定・時期・工事費)等に役立てる事が必要である。

6. 3 既設橋健全度評価法の検討

6. 3. 1 検討の目的

一般的な橋梁の維持管理は次の4項目に分かれる。

- ① 点検
- ② 健全度評価
- ③ 補修計画・架換計画
- ④ 補修履歴データベース

橋梁の維持管理(補修・補強)を合理的に行うには、構造各部での損傷度を的確に評価し、それらを基に部材や橋梁全体の健全度を総合的に評価する事が必要である。しかし、これまでの健全度評価は構造各部に発生した個々の損傷そのものに重点を置いたものであり、必ずしも部材全体、構造物全体に対する健全度を評価し補修・補強対策を講じていたわけではないと思われる。

本来、橋梁全体の健全度評価においては、損傷度の他に、耐荷性や耐久性に関する安全性の度合い、進行性及び走行性等の使用性に関する評価も含め、総合的に判断する必要があると考えられる。

増加する維持管理費を抑えつつ、ストックを長期に渡り良好に保全していくためには、合理的な健全度評価法を確立する事が大切である。将来的には、実務的な橋梁マネジメントシステムを整備していくための第一歩でもある。

6. 3. 2 現状の健全度評価と問題点

(1) 点検の流れ

現状での点検の流れは図6-3-1に示す通りである。

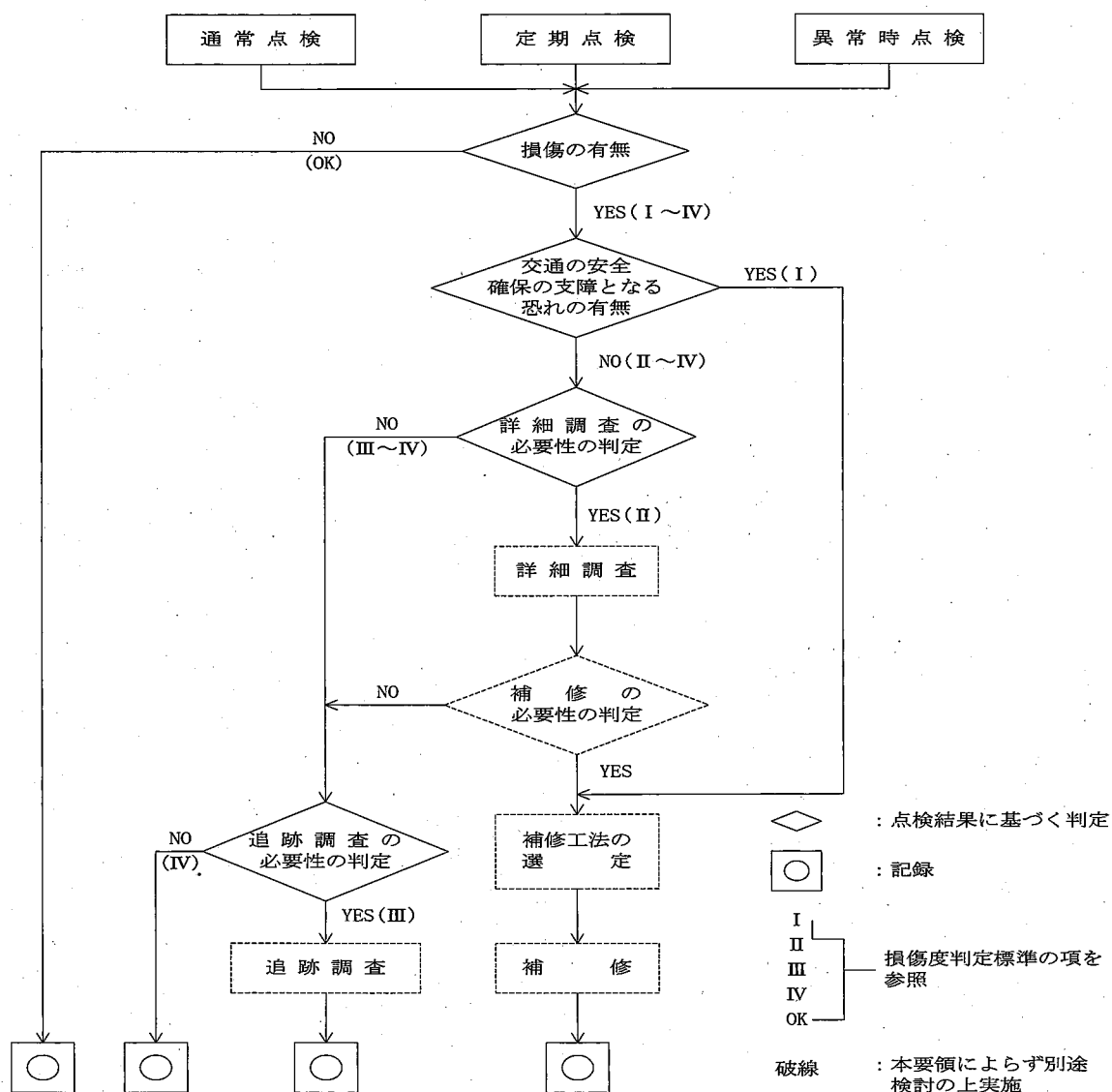


図6-3-1

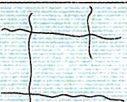
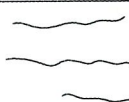
(2) 現状の健全度評価

『橋梁点検要領（案）S63. 7 建設省土木研究所』により、表 6-3-1 に示す損傷度判定標準に基づき健全度を評価。（損傷度は劣化の指標で人間であればケガに相当する。）

表 6-3-1 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。

例えば、床版の損傷度評価は図 6-3-2 の様に行われる。この場合は、X (パターン) が大、Y (深さ) が中、Z (拡がり) が大なので、判定区分として III となる。

		損傷が耐荷力、耐久性に与える影響		
		大	中	小
位置 あるいは パターン (X)	区分	二方向ひびわれ	—	一方向ひびわれ
	具体的 事例		—	
深さ (Y)	区分	錯じを伴うひびわれ、またはひびわれ幅大。	漏水を伴うひびわれ、またはひびわれ幅中。	ひびわれのみで、ひびわれ幅小。
	具体的 事例	ひびわれに沿って鉄筋の錯じが認められる。または幅 0.3mm 以上である。	ひびわれに沿って漏水や遊離石灰が発生。または幅 0.3mm 未満 0.2mm 以上である。	ひびわれのみ。または幅 0.2mm 未満である。
拡がり (Z)	区分	ひび割れ最小間隔小	—	ひび割れ最小間隔大
	具体的 事例	最小間隔 50cm 未満である。	—	最小間隔 50cm 以上である。

判定区分

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

図 6-3-2 床版の損傷度評価

(3) 問題点

現状行われている健全度評価の問題点は次の通りである。

① 部分の評価にとどまっている。部材・橋梁全体の評価が必要。

床版であれば主桁と対傾構に囲まれたパネル毎の評価を行うが、径間全体、橋梁全体の評価法が示されていない。

② 進行性が評価されない。

種々の損傷があるが、交通量の大小、架橋位置の自然環境によって損傷の進行は異なる筈である。

③ 冗長性の評価がされない。(冗長性とは構造物が崩壊もしくは機能を失うに至らないための能力の有無や大きさを表す尺度)

その損傷が構造物にとってどの程度重大さを持っているかという判定ができない。

④ 基礎工の健全度の評価が不十分である。

防災点検の結果、洗掘を受けている下部工が多い様に見受けられる。基礎工の洗掘の損傷について、橋梁点検要領では有無だけの判定にとどまっている。基礎工形状、洗掘深によって評価が必要である。

⑤ 性能評価との関係が明確にされていない。

要求される耐荷力、耐久性、周辺環境への影響性等が反映されていない。

6. 3. 3 提案されている手法

橋梁の健全度評価の手法としては、大別すると次の2種類に分ける事ができる。

① 決められたルールに基づいて、劣化・損傷等の点検と判定評価を全て専門技術者の主観的判断に依存する手法。

② 専門技術者の知識を利用する橋梁診断システムで、専門家が行っている診断のプロセスや関連する専門知識、判断基準をコンピュータ上に移植する手法。

①の代表的なものとして、「建設省のBMSにおける健全度評価手法」と「JRの手法」がある。②については、人工知能を応用した「エキスパートシステム」が代表的な手法である。

6. 3. 4 建設省のBMSにおける健全度評価手法

建設省の橋梁マネジメントシステムは、橋梁の維持管理を支援する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」で成り立っている。

橋梁の維持管理は、点検、評価、補修の三つの作業を繰り返す事である。点検は、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、その点検データはMICH Iに蓄積されている。本BMSは、このMICH Iから橋梁の諸元、履歴、点検データ等を取り出して、評価(健全度評価モジュール)と補修の計画の一部(補修計画作成モジュール)をコンピュータ化し、合理的に作業が行われる様に支援するものである。

健全度評価モジュールは、MICH 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。MICH Iでは、腐食やクラック等、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100点から差し引きする事により計算される。

健全度評価の考え方は次の通りである。橋梁の健全度を与える前提として物理的劣化（損傷や腐食等により橋梁の性能が低下する事）を対象としている。それは、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加味し健全度を評価するからであり、すなわち、橋の健全度は橋梁の物理的な傷み具合を具体的な数値で表したものである。

橋梁の健全度を評価する対象は、主桁、床版（床組）、支承、下部工の4種類に分類している。対象から外した高欄や伸縮装置等はそれ自体、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時に交換すれば経済的であるからの考え方である。

橋梁構成部材の損傷度から減点数を決定する方法は、「橋梁点検要領（案）」に定める損傷度判定標準（別添表6-3-1）の損傷度に対して減点数を与える事とし、健全度の評価の方法は、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数値を健全度としている。

減点法による評価方法は、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、部材グループ毎、上下部工毎の減点統合を行い、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、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。

減点法による健全度評価の手順は次の通りである。

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、その損傷度から一義的に損傷レイティングⅡ・Ⅲ・Ⅳ、OKを決定する。

③ 各部材の損傷パターンについて最悪レイティングⅠの場合の減点数と、レイティングⅡ・Ⅲ・Ⅳ、OKの場合についての減点の低減率を予め決めておく。

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毎に算出する。ただし、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、上下部工毎及び橋全体の総減点数（ Σd ）を算出する。

⑥ 無損傷状態の持ち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＝ $100 - \Sigma d$ ）

6. 3. 5 エキスパートシステムの手法

（1）エキスパートシステムの概要

エキスパートシステムは人工知能の応用として最も実用性が高く、建設業界においても多くの分野で開発が進められている。エキスパートシステムの定義は、「対象とする問題領域の専門知識を利用して推論を行い、専門的に高度な問題の解決に関して専門家（エキスパー

ト)と同等の能力を持つ知的問題解決システム」である。

すなわち、専門家でなければうまく解決できない様な問題を、専門家と同等のレベルで解決できる能力を持つ事が重要である。

橋梁の健全度評価について、その劣化・損傷要因は非常に多岐にわたっており、又それらは複雑に影響し合っている事に加え、日常点検の中でそれらの要因を決定付ける特性値全てを検査する事は現実的に不可能である。つまり、数式モデル等で表現できない問題の典型であり、エキスパートシステムによる効果を最大限に活用できる領域である。

エキスパートシステムによる健全度評価システムを構築する上で重要な問題点は次の通りである。

① 知識獲得の手法

エキスパートシステムは、与えられた知識を利用して、種々の推論方式により判断を行う情報処理手段である。その知識モデルに対応する形で専門家等から知識を抽出する作業が、そのシステムの有用性を左右する最も重要な因子である。

② 知識・情報の曖昧さの解決

評価過程における専門家の判断には主観的曖昧さが含まれる。システムの信頼性を向上させるためにはこの曖昧さを合理的に処理する事が重要であり、近年、ファジィ理論の有効性が、システムとのマッチングが良い事、推論ルール数を大幅に減少させ合理化が図れる事等から注目されている。

③ 知識更新の容易さ

エキスパートシステムは、一旦知識の獲得を終えるとその知識による判断を不変的に行う事になるが、実際には獲得されていない未知の要因が多くあるため、適用を重ねる毎に新たな知識を更新していく必要がある。この知識更新作業を支援するための方法として、ニューラルネットワーク手法の利用が有効である。

(2) エキスパートシステムによる健全度評価の例

既に述べた「建設省のBMSにおける健全度評価手法」は、健全度評価の基本になる劣化・損傷等の点検と判定評価を全て専門技術者の主観的判断に依存している。

ここで言うエキスパートシステムとは、先にも述べた通り、専門技術者の知識を利用する橋梁診断システムである。この診断を経験や専門知識が十分でない技術者によっても行える様にするため、エキスパートシステムの手法を用いて、専門家が行っている診断のプロセス、それに関連する専門知識、判断基準をコンピュータ上に移植したものである。

既に研究・開発されている橋梁補修に関するエキスパートシステムとしては、主に次のものがある。

- ① 「RC床版の健全度評価のためのエキスパートシステム」は、健全度評価の指標として損傷原因、損傷程度、損傷進行度を取り上げ、最終的に余寿命を評価している。本システムでは、点検から得られたデータに含まれる曖昧さや専門家から獲得した知識に含まれる曖昧さを取り扱う為、ファジィ理論を適用している。注1)
- ② 「鋼橋疲労損傷評価システム」は、過去の損傷事例を収集して知識として整理し、推論にはこれらのデータを参照して一致したものを推論結果とするマッチングによる方法を採用している。本システムは、ニューラルネットワーク手法を利用した知識更新機能が開発

されている。注2)

- ③ 「橋梁診断システム構築における知識獲得手法の提案」は、専門家の保有する経験的知識を忠実に抽出しその洗練程度を反映した実行可能で且つ汎用で柔軟な形式に整理・変換する事、経験的知識に内在する主観的曖昧さを定量化しその時点での信頼度を把握する手法を提案している。その知識獲得手法としてアンケート調査を利用している。
- ④ 道内の北見工業大学を中心とした研究・開発として「数量化理論Ⅱ類による橋梁健全度評価」があるので紹介する。この研究は、複数の専門技術者に点検と判定評価を依頼したアンケート調査のデータに対して判定のばらつきと総合判定評価に対する各部材損傷度の重みを合理的に決定する事により、総合的健全度を定量的に評価する手法である。あわせて、M I C H I の点検データに対しても解析を行っている。
- ⑤ 山口大学で開発中の橋梁マネジメントシステムは、RC構造の上部工に限ってではあるが完成度の高いシステムである。判断結果については、専門家とのズレが多少あるが、データ数を多くしていく事により推論の精度が高くなると考えられ、実用化の時期は早いと思われる。

注1) ファジィ理論を適用したエキスパートシステム

橋梁診断過程に介在する主観的な曖昧さを、ファジィ理論を適用して定量的にモデル化し評価する事によって、最終的な診断結果に内在する曖昧さの度合いとその要因を明確化し、診断そのものの信頼性を向上する事ができる。

橋梁の健全度を評価する上で存在する曖昧さは、第一段階として点検結果から損傷度を判定する課程、第2段階として損傷度の組み合わせから健全度を判定する変換過程にある。この様に、点検結果 $X \rightarrow$ 損傷度(健全度の指標となる特性値) $Y \rightarrow$ 健全度(橋梁の状態) C への変換過程にファジィ理論を導入する事で曖昧さを合理的に処理するものである。

注2) ニューラルネットワークを適用したエキスパートシステム

エキスパートシステムにおける推論プロセスに用いられている専門技術者の知識は、システム構築段階においては有用性が高いが、新たな劣化現象や損傷事例が判明した場合等には新しい検討と対応が必要になる。特にコンクリート橋の診断における知識の更新は、システムの信頼性の維持と向上のためには不可欠である。つまり、知識の更新によるシステムの成長機能を付与する事が重要であるが、この作業に多大な時間と労力を要しているのが現状である。

知識の更新作業は、システムの出力に矛盾が発生した場合等に、プログラム開発者が専門家の知識を基にルールを追加或いは修正して試行錯誤するという手動方式が一般的である。経験が蓄積されるに従って、システムが専門家と同様のプロセスでシステム自身学習し、自律的に知識が更新できる事、すなわち知識の自動更新機能を有する事が望まれている。

知識の更新は、大別すると知識の獲得と洗練に分類される。知識の洗練とは、獲得した知識ベースを運用していく上で生じる知識の矛盾性や冗長性等を無くし、正解に近付ける様に知識の確かさを向上させる事である。ニューラルネットワークとは、人間の脳の構造をヒントとした精神回路網状のネットワーク・メカニズムによる情報処理の手法で、ネットワークが学習機能を持つものである。ある入力データに対してネットワークを動作させ、得られた

出力と正解を比較して、その誤差に基づく結合の修正を重みの変更として順次行っていく事により、入力データに対する適切な出力を行う内部構造が自己組織的に形成される。すなわち、橋梁に関する入力データと専門技術者等による健全度評価結果を用いて、容易に知識の更新を行う事が可能となる。

6. 3. 6 各評価手法の問題点

これまで代表的な健全度評価の手法について述べたが、6. 3. 3で分類した様に、①専門技術者による評価と②コンピュータを利用したエキスパートシステムによる評価とに大別される。

①の手法は、専門家の深い知識と直感に基づく知識を活用するため、問題解決には極めて効率が良いが、専門家の知識や経験の程度による判定のばらつきと、主観による個人差が大きく評価を左右する恐れがある。

②の方法は、専門家の知識と情報処理の手法をマッチングさせたもので、知識の獲得と更新に問題を抱えおり、プロトタイプシステムの構築は容易だが、継続して保守を行うと共に、常に発展・進化させていく努力が困難である。又、長い間には、情報処理プログラムに特有なブラックボックス化の恐れがあり、信頼性の低下といった問題が生じる。

個々の手法の問題としては、次の様な事が挙げられる。

「建設省のBMSにおける手法」では、部材毎の損傷度を積み上げて橋全体の健全度を評価しているが、進行性や冗長性といった評価基準がないため、一つの部材の損傷が構造物全体の機能に影響する橋と、程度は軽いが多くの部材に損傷が発生している橋を比較して、後者の健全度が低く評価され、補修の要不要や優先順序の判断に問題が生じる事が考えられる。

「エキスパートシステムの手法」では、前述した問題の他に、橋梁の健全度評価という観点からは、プロトタイプの研究・開発が諸研究機関で行われ始めた段階である。一部、公団で試用段階にあるが、本格的な実用化システムとしては今後の開発を待つ必要がある。

6. 3. 7 ま と め

(1) 現状での健全度評価手法の問題点

現状での業務で実施している手法では次の様な問題がある。

- ① 部分の評価から部材全体、橋梁全体の評価法が定められていない。
- ② 進行性が評価されていない。
- ③ 冗長性の評価がなされない。
- ④ 性能評価との関係が不明確

(2) 提案されている健全度評価手法と問題点

現在提案されている手法は大きく分けると以下の2種類に分けられる。

- ① 決められたルールに基づいて、劣化・損傷等の点検と判定評価を全て専門技術者の主観的判断に依存する手法。代表的なものとして「建設省のBMSにおける健全度評価手法」がある。効率はよいが専門家の知識や経験の程度による評価のばらつきが考えられる。
- ② 専門技術者の知識を利用する橋梁診断システムで、専門家が行っている診断のプロセ

スや関連する専門知識、判断基準をコンピュータ上に移植する手法である。人工知能を応用した「エキスパートシステム」が代表的な手法である。プロトタイプの研究・開発が諸機関で行われており、本格的な実用化システムとし完成度の高いシステムもある。

今後、産・学・官共同研究による開発体制の確立及び推進が必要である。

(3) 実務的な健全度評価手法の提案

① 専門家の育成

点検技術者の技術レベルの向上を図るためには道路管理技術センターが講習会を開催する事も考えられる。

② 専門家をサポートする橋梁点検データベースの有効活用策の検討。

開発土木研究所で作成した橋梁維持管理システムは試用段階に入っているもので、積極的に活用策を検討していく必要がある。

③ デジタルカメラ等による損傷度の定量的な把握。

④ 個々の条件下における要求性能に対する評価法の検討。

6. 3. 8 実務的な健全度評価手法の提案

(1) 教育された技術者（専門家）が点検と評価を行うシステムとする

基本的には損傷度判定の精度が最も重要である。

① 専門家の育成

アメリカの公認点検員制度を参考とする。

専門家の『能力と資質』を重視するシステムとする。

② 橋梁点検データベースの有効活用

専門家をサポートするデータベースとして充実化を図る。

防災点検のデータとのリンクを図る。（洗掘等の損傷データ）

新橋架橋時からのデータベースの構築。点検時・補修時の履歴が確実に反映されたものの。

③ 損傷度の定量的な把握

デジタルカメラ等を利用する事により、ひび割れの幅、深さ、密度等を数値データとして保有する。

(2) 性能を意識した健全度評価手法の確立

その橋梁が必要とする次の3つの性能について健全度評価を行う。

① 耐荷性

何トンの荷重まで耐えられるかという性能（耐荷力）。

② 耐久性

交通量等を考慮し、損傷の進行度合いを考慮した健全度評価。

③ 周辺環境への影響性

構造物の劣化が周囲の環境へ及ぼす影響に関する性能。

跨線橋、跨道橋の場合、同じ損傷でも他の橋梁とでは健全度としては低いと判断する事が合理的である。

6. 4 橋梁マネジメントシステムの展望

6. 4. 1 近年の日本社会

近年、我が国の社会情勢は高度経済成長期に見られた右肩上がりの時代を終え、成熟社会を迎えようとしている。又、少子・高齢化が進行し、来る2025年には日本の人口の約1/3が65才以上に達する。これにより、財政的に社会資本整備への投資は次第に厳しくなり、今まで以上に「効率的」で且つ、より「高品質」の社会資本整備が求められる時代へと変化している。

この様な中で、現状の我が国が抱えている問題点を整理すると、

1) 社会資本の老朽化の進行による

- ① 日常の使用性確保、② 災害に強い道路ネットワークの構築。

2) 循環型社会への移行による

- ① ライフサイクルコストの試算、② 環境への配慮。

3) 少子・高齢化による

- ① 財源不足、② 技術者不足。

4) 利用者への合意形成

- ① 説明責任、② 費用便益。

等の社会的ニーズを今後、満足させて行かなければならない。

一方、北海道における既設橋梁は、図6-4-1に示す通り、全道で約27,000橋ある。これらを将来にわたり合理的且つ効率的に維持管理するためには、全道の情報を一元化した橋梁の特性を容易に把握できるデータベースを構築する必要がある。

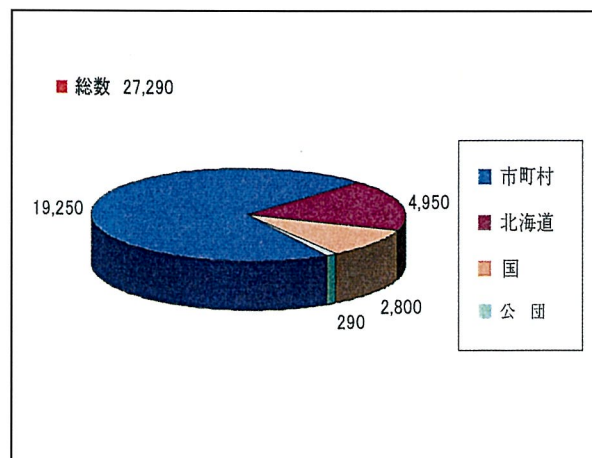
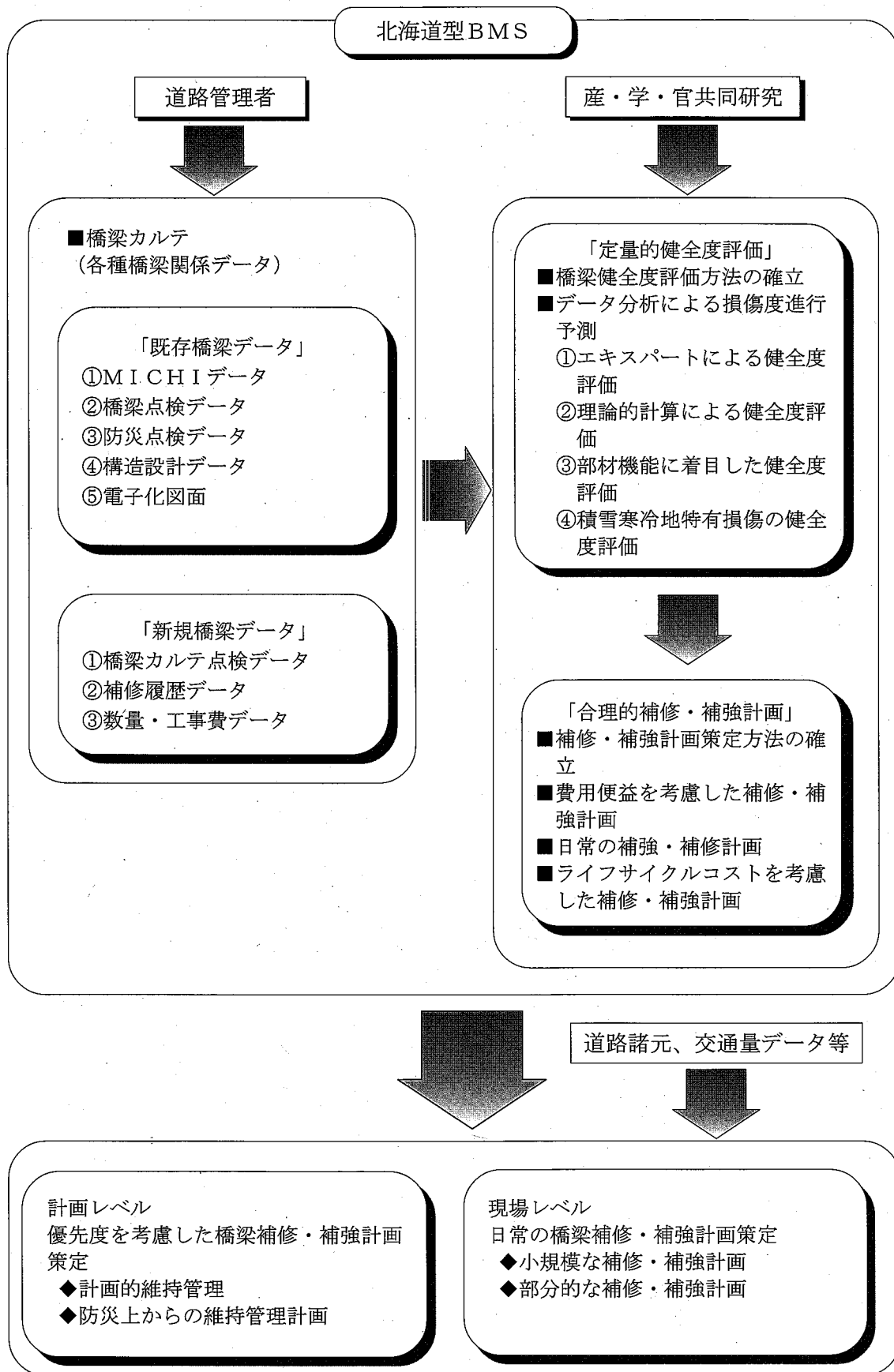


図6-4-1 北海道の橋梁現橋概数

更に、これら構造・点検データの適切な評価による合理的補修計画を策定するシステムの開発を行い、環境に優しく災害に強い道路ネットワーク作りの一部として橋梁のライフサイクルコストを考慮した長寿命化を図り、道路管理者が利用者に対し容易に橋梁の維持管理計画を説明することが可能となり得る北海道に相応しいBMSの構築を目標とする。

次項より、北海道型BMSの開発イメージを示す。

6. 4. 2 システム開発イメージ



6. 5 今後の課題

前項6. 4 橋梁マネジメントシステムの展望の結果を踏まえて、以下に今後の課題を整理する。

6. 5. 1 橋梁マネジメントシステム（BMS）開発体制の確立

今後BMSを開発していくためには、産・学・官が連携し、情報交換や共同研究、調査等を推進していく必要がある。

システム構築のための課題項目を以下に示す。

① 橋梁健全度評価手法の確立

各研究機関で研究、開発されている橋梁健全度評価方法を検証し、北海道の地域特性に合致した方法を構築する必要がある。

② 合理的補修計画手法の確立

日常の補修、補強工事（地覆や付属物等）を対象とした補修計画手法及び各部材と橋梁全体のライフサイクルコストを考慮した補修計画手法の確立。

③ 実際の道路管理者が必要とするシステム

日常の管理作業（資料作成等）の支援や、補修・補強工事（地覆や橋梁付属物）発注の支援等。

6. 5. 2 維持管理体制の確立

使用性の高い北海道に適したBMSを構築するためには、システム開発を進めると共に、適切な健全度評価を行うための「点検・調査」のレベルアップが必要不可欠である。

システム開発とは、誰がどのような権限と責任の下で長期的、専任的に管理、運営していくのかという課題を明確にする事であり、点検・調査のレベルアップとは、北海道統一の点検手法、マニュアルの確立、点検者の資格等の整備等である。

6. 5. 3 データ管理体制の確立

最新情報の管理体制を構築する事により常に現状を正確に把握し、そのデータを活用する事でBMSの信頼性向上を図る必要がある。

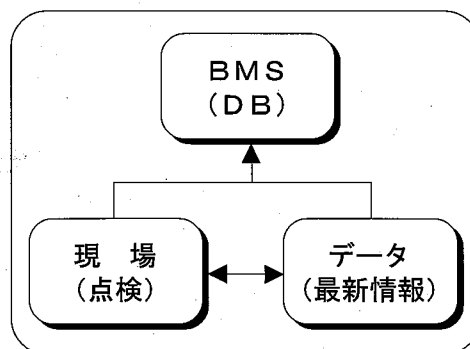
以下に課題項目を示す。

① 建設CALS／ECの整備、データベースの一元管理。

② 既存データベースの活用

データベースマニュアルの作成や、電子化図書の活用。

② 地形情報、写真情報等、情報のマルチメディア化。



6. 5. 4 既存データベース活用策の検討

現時点で使用されているデータベースは次の通りである。

- ① M I C H I システム
- ② 防災点検データベース
- ③ 橋梁点検データベース（H 8以降電子化）
- ④ 橋梁カルテ（一部の開健のみ）

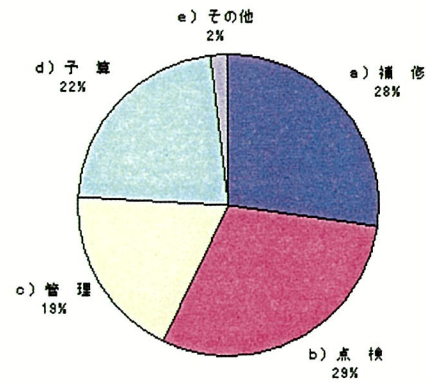
データベースは、本来、データの精度、量、新旧もさることながら、ストックされているデータが使用されてはじめて価値を生むものである。既存のデータベースの活用度合いはあまり高くないと言う道路管理者の意見もあり、実際に橋梁の維持管理に携わっている各開発建設部の維持担当の方々（建設部道路維持専門官・道路事務所維持補修係長・道路維持事業所副長）にアンケート調査を実施し、問題点を明らかにすると共に、有効な活用策を探ってみた。その結果を図6-5-1に示す。

アンケート結果をまとめると次の通りである。

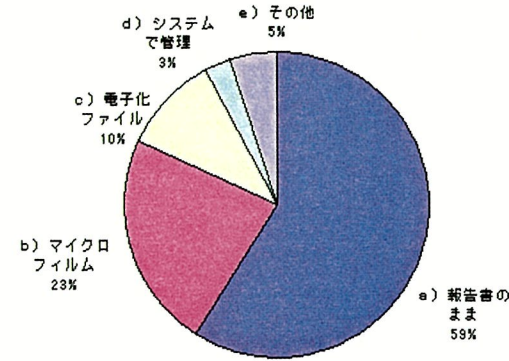
- ① M I C H I は補修歴に関するデータが不十分。利用しづらい。
- ② 電子化された資料が手元にない。見た事がない。
- ③ 個人のパソコンからシステムを利用できる様になればよい。
- ④ システムの一元化が必要。
- ⑤ 健全度評価が重要である。

これらの結果を踏まえ、既存のデータベースを有機的に統合した橋梁の維持管理データベースのイメージを図6-5-2に示す。

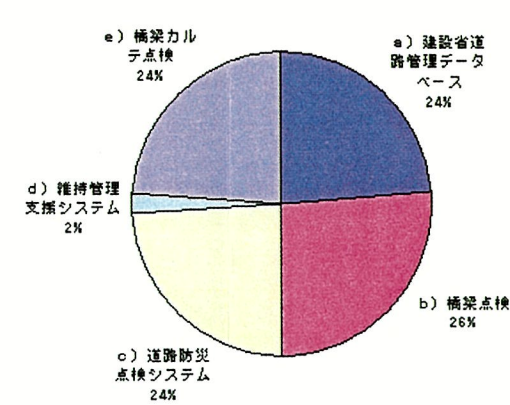
1-1 現在、維持管理上の問題点は？



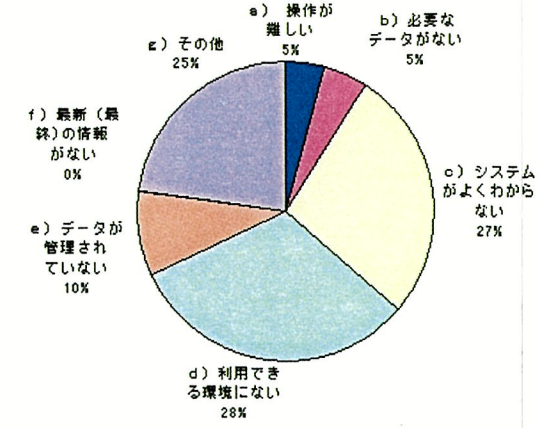
2-1 現在、点検・補修等が行われた場合、資料はどのように整理・保管されているか？



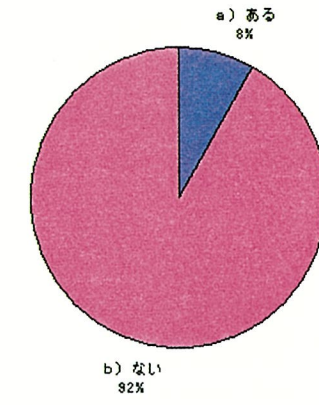
3-1 現在下記のような、システムデータを利用しているか？



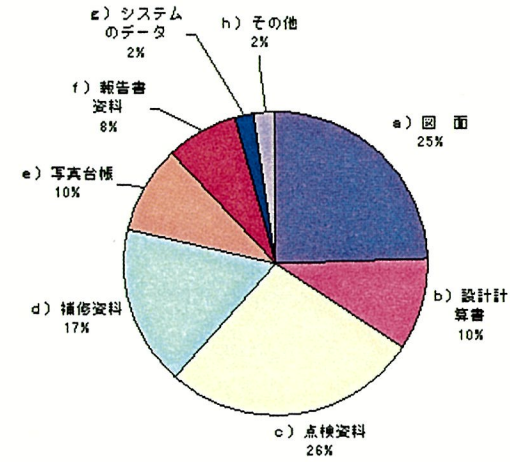
3-1 (3) (1)で「ない」と答えた方利用していない理由は？



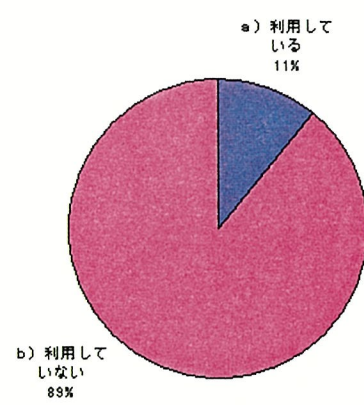
3-5 (1)現時点でデータベース等のシステム等を作成する予定は？



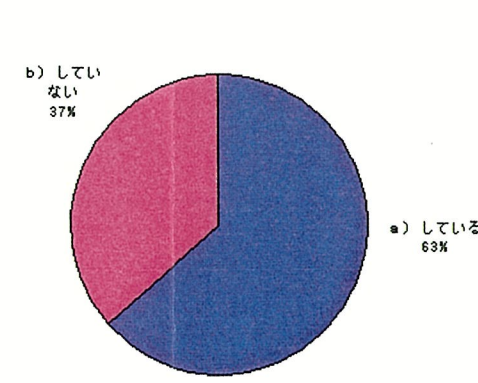
1-2 現在、維持管理を行う上で主に利用している資料は？



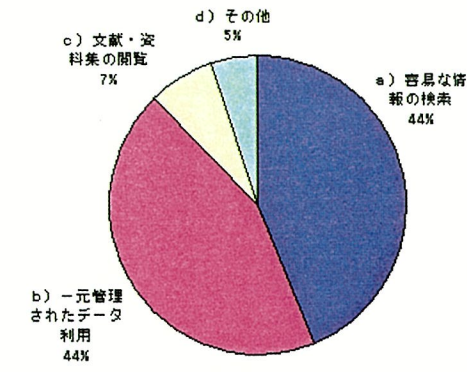
2-2 (1) 平成11年度の電子化されたファイル資料等は、利用しているか？



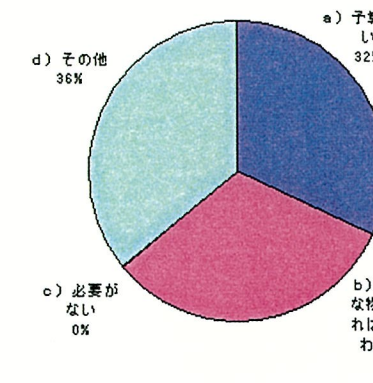
3-1 (1)利用しているか？



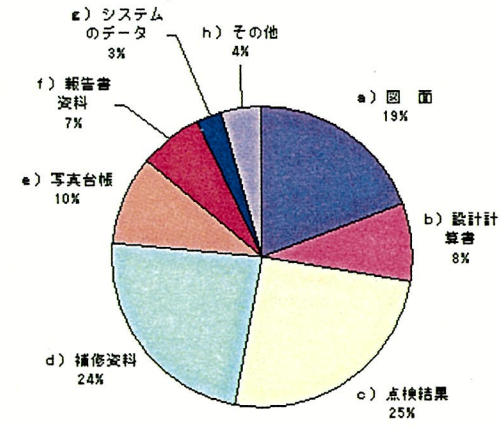
3-3 どのようなシステムや資料があると有効に活用できるか？



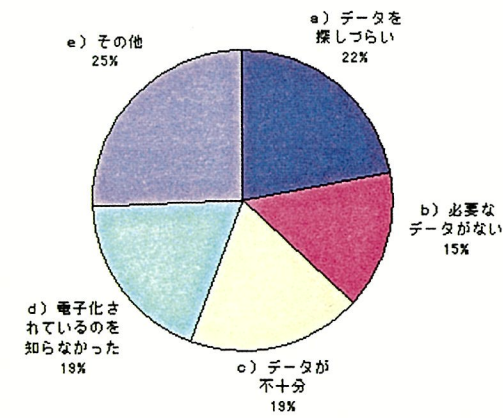
3-5 (3)(1)で「ない」と答えた理由は何？



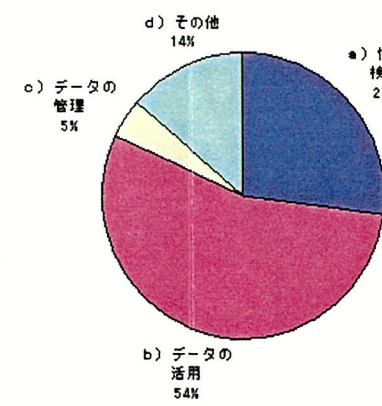
1-3 今後、維持管理を行う上で、必要としている資料は？



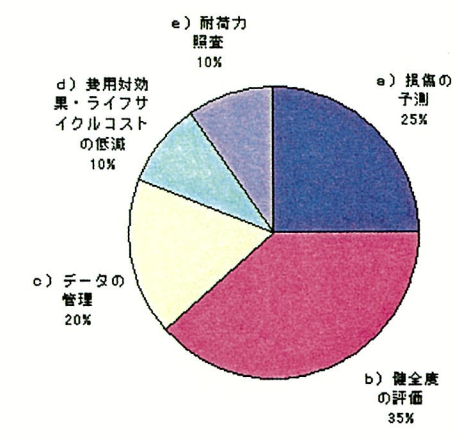
2-2 (3) 利用していない理由は何？



3-1 (3) どのような目的で利用しているか？



3-4 今後の維持管理はどのようなことが必要か？



3-6 BMS構築を前提としたデータベースシステムが導入されたら利用するか？

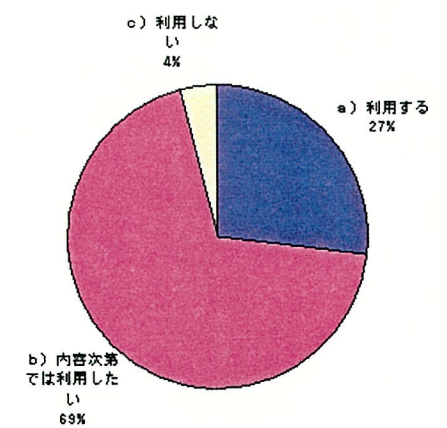


図6-5-1 アンケート調査結果

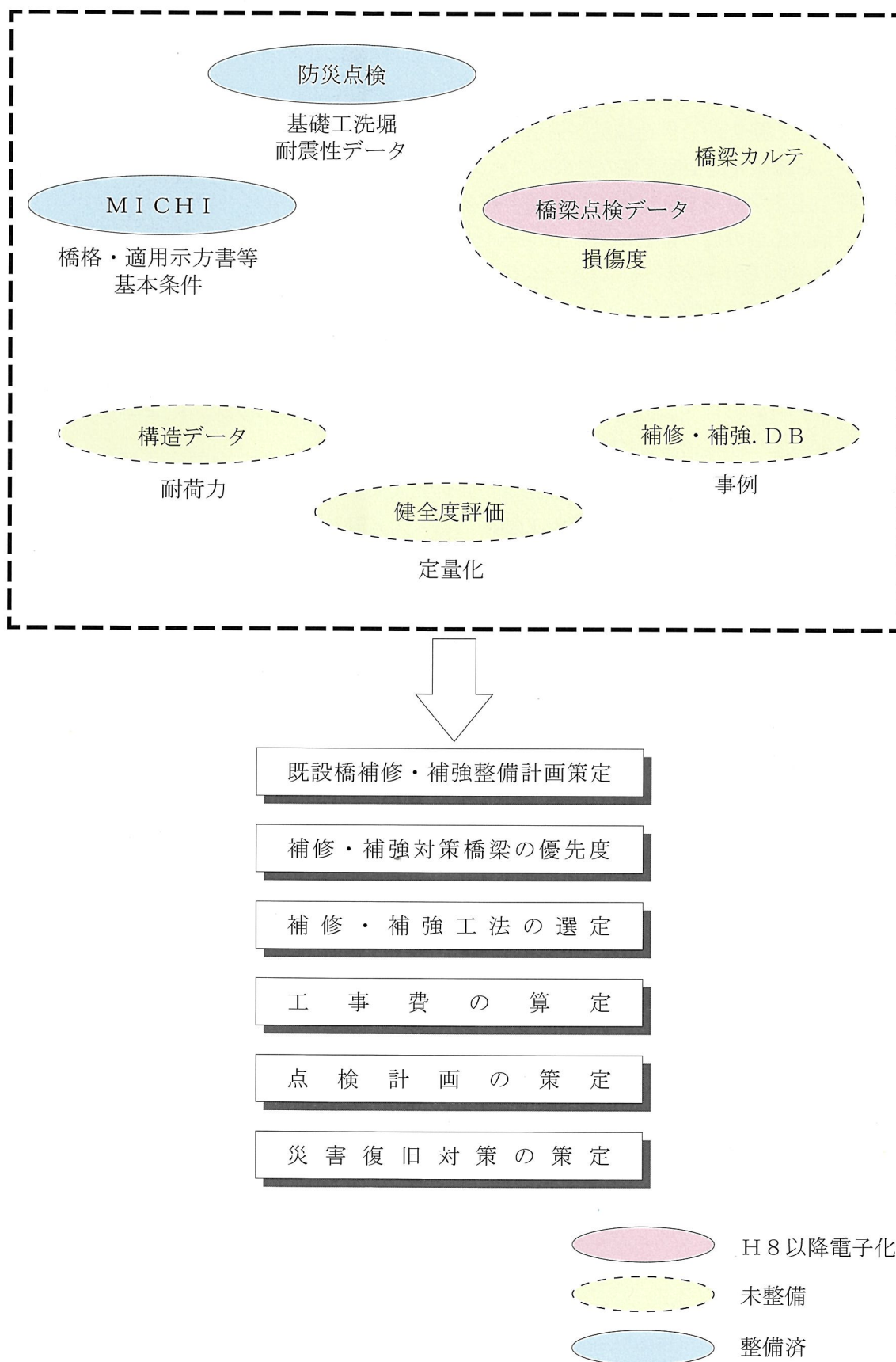


図 6-5-2 既設橋維持管理データベース

文 献

- ① 「橋梁点検要領（案）」 建設省土木研究所 昭和63年7月
- ② 「橋梁マネージメントシステムの開発に関する調査研究報告書」 昭和11年3月
建設省土木研究所 構造橋梁部構造研究室
- ③ 「RC床版の健全度評価のためのファジィエキスパートシステム」 川上、古田、白石、馬野 土木学会第43回年次学術講演会概要集、1988. 9.
- ④ 「鋼道路橋の疲労亀裂に関するルールとフレームによる知識ベース・エキスパートシステム」 三上、三木、田中 構造工学論文集、Vol. 35A、1990. 3.
- ⑤ 「鋼橋疲労損傷の補修方法選定システムのための因果ネットワークによる推論手法」 三上、三木、田中、土田 構造工学論文集、Vol. 36A、1990. 3.
- ⑥ 「重み係数を用いた橋梁健全度のランク付けの研究」 大島俊之 1995年2月
土木学会 北海道支部
- ⑦ 「Bridge Management Systemの開発」 研究成果報告書 2000年3月
山口大学工学部知能情報システム工学科 システム設計工学研究室