

橋梁の維持管理システムについての考察

－橋梁データバンクシステムの利用の方向性－

京都大学工学部 正員 春名 攻
第一技研コンサルタント 正員 ○ 進藤泰男

1. まえがき

道路はもっとも基本的な社会資本である。そのおおよそ70%はすでに20年以上供用されており、すでに老朽化が進行している。

これらの社会資本を健全に維持することは、新たな道路を建設する以上に重要なことといえる。

我が国の本格的な道路構造物の維持管理は、昭和47年頃からRC床版のひびわれ対策としてはじまり、今ではあらゆる道路構造物に及んでいる。

しかし、未だ維持管理の実態は損傷が生じてから対応する後追いの対策であり、積極的、かつシステムチックな先行的対策とはなっていない。

その理由は次の2点にあるといえる。

①道路構造物の完全な維持管理のためには、多種多様な基本データを必要とするが、そのデータの入手は容易でない。

②道路構造物の寿命診断は支配要因が多く、正確に行えない。

いいかえれば、道路構造物の適切な維持管理を行なうには、次の2点が最も重要であるといえよう。

①道路構造物の種々の基本データを、均質なデータベースとして構築すること。

②それらのデータを駆使して、構造物の寿命を正確に推定すること。

本稿では、最も代表的な道路構造物である橋梁を例にとり、そのデータベースと利用方法を含めた橋梁の維持管理システムについての考察を行なうものである。

次の2点の問題が含まれている。

①対策の要、不要の判断は定期点検結果のみにより行われているが、調査の性格から短期的な対策橋梁しか抽出できない。よって、短期の計画しかたたないこととなり、長期的、かつ計画的な予算計画が立てにくい。

②現状では予算要求までに概略の対策工法の検討と工費の算出を要するが、効率的でない上に担当者により、精度のバラツキが生じる。

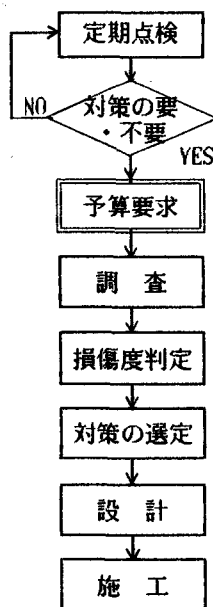


図-1 橋梁の維持管理の手順

2. 橋梁の維持管理の手順

建設省をはじめとする公共団体の橋梁の維持管理の手順を図-1に示す。

この手順の中で最も重要なステージは予算要求段階で、ここですでに対策対象としての橋梁とその対策工法の方向性が想定されている。この段階には、

予算要求の段階で、①対象橋梁の計画的な抽出、②構造物の寿命予測および③構造・施工条件を加味した標準工法の設定がシステムとして自動的に行えるようになれば、橋梁の維持管理は計画的・効率的に行えることとなる。

3. 現場情報とデータベース

最近、橋梁の維持管理用データベースの統一化を目指して、建設省土研が「橋梁データバンクシステム」を提案しているが、その内容は大項目として次の11項、小項目では400項におよぶ膨大なデータの集積からなる。

①基本データ(1)、(2)、(3)

②供用環境

③工事・材料データ(1)、(2)

④上部工 構造体(1) 工事構造・材料データ

⑤上部工 構造体(2) 設計・施工管理・補修データ

⑥下部工 構造体(1) 工事・構造・材料データ

⑦下部工 構造体(2) 設計・施工管理・補修データ

⑧径間構成データ

⑨点検データ (1)点検、(2)調査結果

⑩塗装データ

⑪補修・補強データ

データイメージの一例として、点検、補修データを図-2に示す。

これに対し、整理された現場情報としては、次の4点位しか存在しない。

①橋梁台帳

②設計図書

③点検・調査表

④舗装台帳

その他の資料は整理された形としては存在せず、調査報告書、あるいは設計図書の形で存在している。これらの現場情報から上記データバンクシステムのインプット項目を抽出するには膨大な人力を要する。

すなわち、データベースと入手される現場情報の間には、大きなギャップが存在している。

現場情報の一例として建設省の点検表を図-3に示す。

4. 橋梁の維持管理システムの課題と方向性

4.1 システムの課題

橋梁の維持管理システムを構築する上での課題は次の3点といえる

①データベース作成のための基本データの収集

②データベースとその検索システムの構築

③データベース利用のためのサブシステムの開発

これらの課題のうち、現在電算化が最も進んでいるのが②項のデータベースの構築であるが、①～③はいずれが欠けたとしても維持管理システムとしては機能しない。

4.2 システム構築の方向性

前項で述べたように、データベースのひな形は土研のデータバンクシステムとして示されているので①、③項に関連した今後の方向性を以下に示す。

①基本データは先に述べたようにほとんど未整備の状況にある。その大きな理由は現在の管理上の元帳である橋梁台帳は財産台帳として整備されたものであり、技術判断上のデータとしては内容・精度において不十分なためである。

よって、再度台帳を道路総管理台帳として再構築し直す必要がある。

その中の一部として橋梁台帳やのり面台帳を位置づける必要がある。すなわち、インプット側のシステム化には、まず台帳類の整備をデータベースの項目と呼応させて行うことが必要である。

②現場におけるデータベースの利用場面としては予算作成時と補強設計時の2つの場面が考えられる。前者に対しては、対策対象橋梁を長期的、計画的に選ぶ方法と概算工費の算出方法を確立する必要があり、後者に対しては設計計算そのものの支援システムの開発が必要である。

ここでは、予算作成時におけるデータベースの利用方法について述べる。

[illegible]

地区区分		出所コード		記録コード		記入年月日		調査年月日		記録番号		調査番号		結果（記事）		
市町村	地区	市町村	地区	市町村	地区	年	月	日	年	月	日	年	月	日	（漢字20文字以内）	
01	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
81	85	90	95	100	105	110	115	120	125	128						

用 語	事 務 所 記 録 区 分	出 張 レ ジ ス タ ン ト 区 分	業 種 コ ー ド	記 入 年 月 日	通 話 回 数	補 修 年 月 日	郵 材 区 分	補 修 部 材 番 号	来 稿 補 修 区 分	版 権 補 修 面 積 (㎡)	工 事 費 用 (万)	前 回 補 修 日 年 月 日	補 修 会 社 (漢 字 10 文 字 以 内)					
15																		
01		05		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80

補 修 の 要 因 ・ 記 事 (漢 字 20 文 字 以 内)	記 録 番 号

区 分	コ ー ド
新 規	0
再 補 修	1

〔表-99〕 新規補修 or 再補修の区別

- 101 -

C. 下部工調査

B. 本体調査

A. 橋面調査

部材	No	点検項目 損傷例	判定				損傷概要 説明PAGE	現況写真 No.
			A	B	C	D		
舗装	1	亀裂の発生						
	2	わだちばれ、段差						
	3	摩耗、骨材露出						
	4	その他の損傷						
橋脚	5	部材の損傷						
	6	遊間の目詰り						
	7	シール材の異常						
橋梁	8	観手付近の異常						
	9	異常音の発生						
	10	その他の損傷						
排水装置	11	蓋、枠、管の損傷						
	12	塵介、泥詰り						
	13	管の長さ不足						
	14	排水能力不足						
高欄	15	その他の損傷						
	16	部材の損傷						
	17	錆及び腐食						
	18	コンクリート剥離						
その他の	19	縦横柱の異常						
	20	横梁柱の異常						
	21	照明設備の異常						
	22	添加物の損傷						
	23	その他の損傷						

部材	No	点検項目 損傷例	判定				損傷概要 説明PAGE	現況写真 No.
			A	B	C	D		
主桁	24	桁端部の異常						
	25	桁接部の異常						
	26	現場接合部の異常						
	27	ボルトの異常						
橋脚	28	ひびわれ及び亀裂						
	29	漏水、錆及び腐食						
	30	塗装の異常						
	31	コンクリート剥離						
橋梁	32	鉄筋露出、及び腐食						
	33	豆板及び空洞						
	34	石灰遊離及び漏水						
	35	補修すみ箇所の損傷						
床版	36	コンクリートの劣化						
	37	その他の損傷						
	38	ヘアークラック (0.2mm以上)						
	39	亀甲状のクラック						
底版	40	部分角隆起発生						
	41	石灰遊離及び漏水						
	42	コンクリート剥離						
	43	鉄筋露出及び腐食						
	44	豆板及び空洞						
	45	補修すみ箇所の損傷						
その他	46	その他の損傷						

図-3 点検表

部材	No	点検項目 損傷例	判定				損傷概要 説明PAGE	現況写真 No.
			A	B	C	D		
支保	47	部材の損傷						
	48	部付け位置の良否						
	49	錆、腐食及び割れ						
	50	アングラーの異常						
橋脚	51	強度の損傷						
	52	支保の沈下、傾斜						
	53	接合距離の適否						
	54	移動制限の有無						
橋梁	55	連結装置の有無						
	56	ボルトの損傷						
	57	錆及び腐食、割れ						
	58	その他の損傷						
橋台	59	部材の損傷						
	60	コンクリート剥離						
	61	鉄筋露出と腐食						
	62	橋体の変位、傾斜						
及び	63	ハラベットの損傷						
	64	焼損及び断面減少						
	65	護土部の沈下、損傷						
	66	錆及び腐食						
橋脚	67	その他の損傷						

判定	損傷の程度
A	異常なく健全であるもの。
B	追跡調査が必要なもの。
C	補修対策が必要なもの。
D	早急な補修対策が必要なもの。

5. データベースの利用方法

5.1 橋梁構成部材の損傷および補修件数

建設省近畿地建の調査において損傷が認められた橋梁の実態を構成部材別に分析すると表-1の結果となる。

損傷の多い部材あるいは項目としては、①落橋防止工、②排水装置、③床版の順となっており、対策済部材としては①落橋防止工、②床版の順となっている。

すなわち、床版は主部材であると同時に損傷が多く発生する部材であり、対策率も高い。本例では床版についてのみの結果を示すが、他の部材についても目下現場対応の多い部材順にデータベースの利用して予算を組む方法について検討中である。

5.2 予算上の補修対象橋梁の抽出法

図-4に床版厚/主桁間隔と床版損傷件数との関係を示すが、橋種にかかわらず類似の傾向がみられる。

よって、床版厚/主桁間隔 (t/ℓ) を判定軸として表-2により抽出順位を定める。

表-2 調査対象橋梁の抽出基準

抽出優先順位	t/ℓ の範囲
1	5.0~7.0
2	7.0~9.0
3	4.0~5.0
4	9.0~10.0
さらに同一の優先順位中にある場合は交通量の多い橋梁から抽出するものとする。	

5.3 補修の要否の判定

前項で得られた抽出基準はあくまで単純作業として対象橋梁を抽出する方法であり、抽出された橋梁の要否の判定は、以下に示す経過年数と交通量から得られる当該橋梁の換算疲労回数と判定基準回数との疲労破壊の年数に達しているか否かを判定し、対策の要否を決定する。

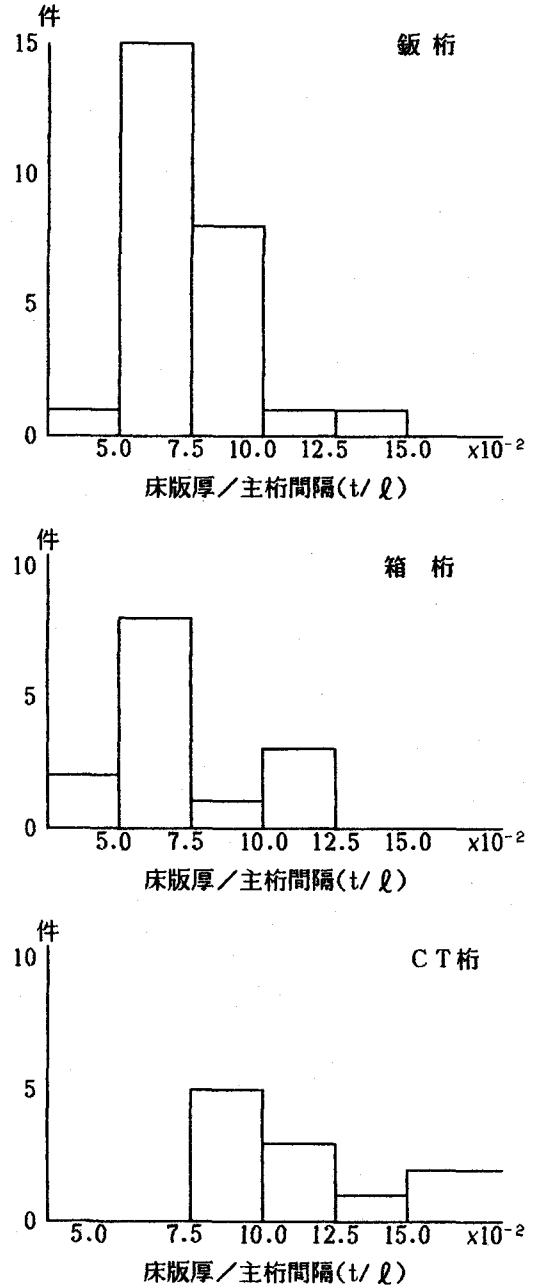
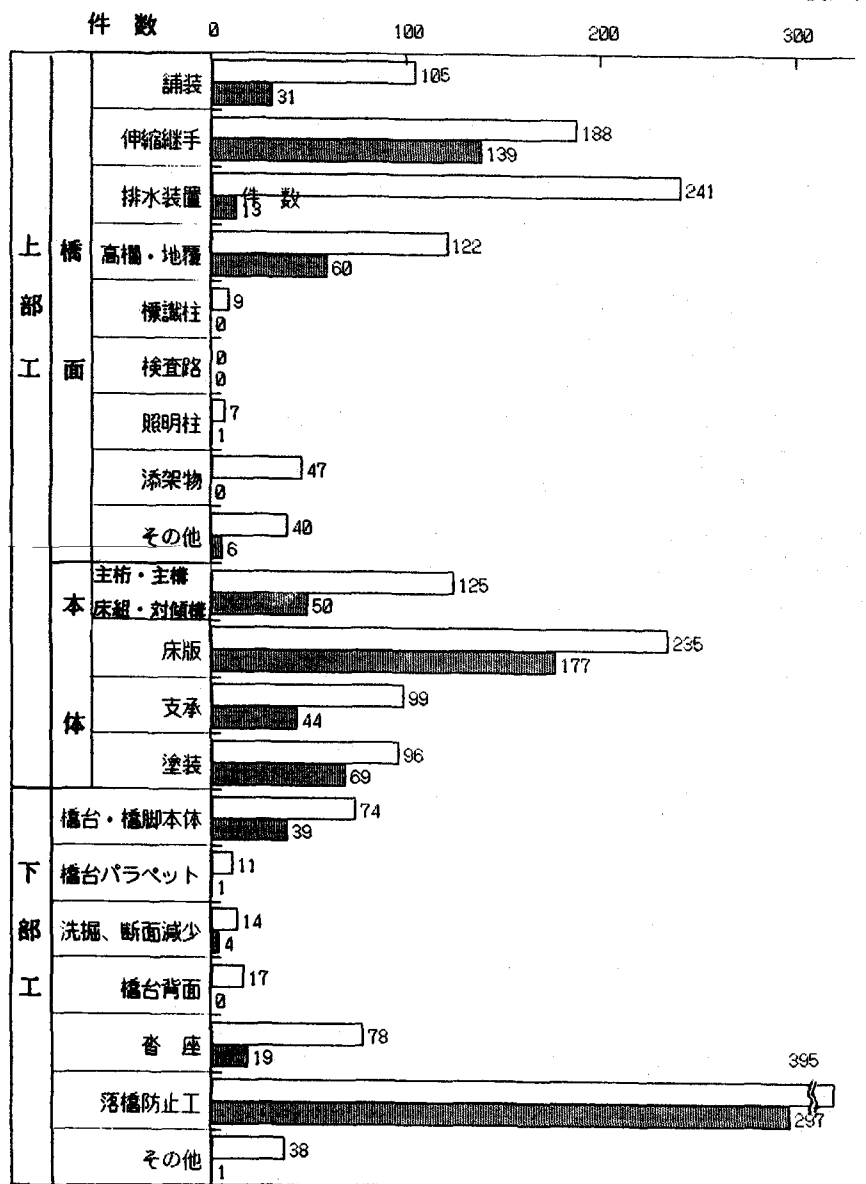


図-4 (床版厚/主桁間隔)・床版損傷件数の関係

表-1 橋梁部材の損傷件数および補修件数

調査件数： 499橋



* 建設省近畿地方建設局における昭和61年度までの実績による。

□ は損傷件数
■ は補修件数

換算疲労回数の計算法を次に示す。

(1) 疲労限界荷重

橋梁各部材は原則的には設計荷重強度を疲労限界荷重とるのが妥当である。

よって、

$$W_{cr} = 8 \text{ t}$$

(2) 交通量から繰返回数を求める計算法

図-5に計算手順を示す。

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{W_i}{8} \right)^4 \times N_i}{\sum_{i=1}^n N_i} \times \sum_{j=1}^t \bar{N}_j$$

ここに、 N ：疲労限界繰返回数（回）

W_i ： i 番目の軸重（t）

N_i ： " の通過台数（台）

n ：軸重の分割個数

（ex. 2tきざみ）

$\bar{N}_j$ ：1車線当りの j 年目の交通量

（台／車線・年）

t ：供用年数

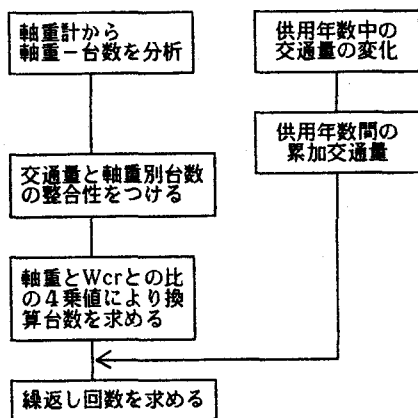


図-5 計算手順

(3) 回数の補正方法

表-2の優先順位毎に輪荷重の衝撃係数の割増し率を設定し、次式により N を補正する。

$$\bar{N} = N \times \frac{1 + \alpha i}{1 + i}$$

$\bar{N}$ ：補正後の繰返回数

α ：衝撃係数の割増し係数

(4) 判定基準回数

疲労限界回数は $N_0 = 300$ 万回とし、 $N_0 \leq \bar{N}$ の場合は疲労限界に達したと判定する。

5.4 損傷ランクの判定

現在RC床版の損傷ランクの判定はひびわれ状況のみにより行われているが、システム化の場合は図-6に示すようにひびわれ密度と床版剛性の2軸を用いて判定する方が良いと考える。この判定方法であれば、調査時の損傷が軽微であったとしても床版剛性が低い場合は将来の損傷発生を予想してランクが高くなることとなる。

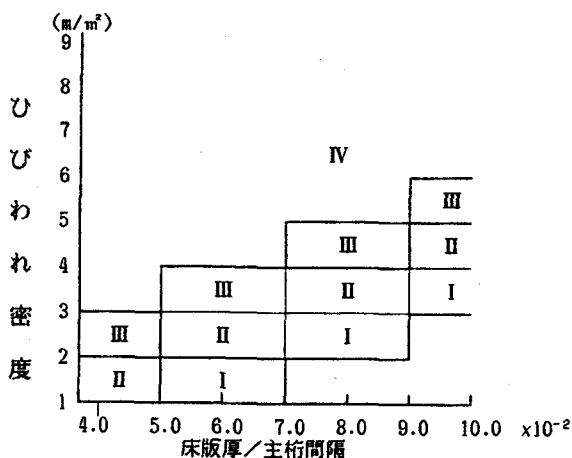


図-6 床版厚/主桁間隔・ひびわれ密度の関係

5.5 対策工法の適用と概略工費算定

損傷ランクと対策レベルの相関性を図-7に示す。また、代表的な補修・補強工法を表-3に示す。

これらの工法の橋面積1㎡あたりの単価はほぼ一定しているので、単価設定を行っておけば、予算上の概算工費は求められる。

5.6 データベースの利用方法

データベースが完成されたあかつきには、先に述べた損傷の要因分析や、交通量からの換算疲労回数の計算、損傷レベルの判定、工法選定と工費の概算は1つのシステムとして精度よく機能することとなる。

6. あとがき

橋梁を含む道路構造物の維持管理は新規設計に比べ未だ歴史が浅いため完成された体系とはなっていない。しかし、今後ますます老朽化が増えてゆくことを考えれば少しでも早く維持管理システムとして筋の通った体系を組み上げる必要がある。ここでは、その方向と考え方の一部を示したにすぎず今後も研究を続行してゆきたい。

図-7 損傷度ランクと対策選定基準

	特に必要なし	要 注 意	補 修	補 強	打 換
0					
I					
II					
III					
IV					

表-3 補修・補強工法の選定

対策	工 法	適 要
補	モルタル吹付	ひびわれ以外の損傷が目立つ場合に採用する。
	FRP 接着	
修	樹脂注入	応急処置程度で、他の工法との併用が計画されている場合に採用する。
補	鋼板接着	配筋不足を補う場合に採用する。
	圧縮側断面増加	床版厚の不足する場合に採用する。
強	増 桁	床版、床組などの構造の変形剛性が不足している場合に採用する。
打	部 分 打 換	床版が抜け落ちる状態に近い場合に採用する。
	全 面 打 換	