

## 橋梁の維持管理システムに関する一考察

立命館大学理工学部 正員 春名 攻  
第一技研コンサルtant(株) 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。その中でも、道路橋は我が国の地理、地形に応じて数多く架設されている。これら橋梁のおおよそ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ことと同様に重要といえる。

我が国の本格的な橋梁の維持管理は、昭和47年頃からRC床版のひびわれ対策としてはじまり、今ではあらゆる橋梁の構造部材に及んでいる。

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が多く、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橋梁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、管理は容易でない。
- ②橋梁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、橋梁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橋梁の種々のデータを、均質な精度のデータバンクとして構築すること。
- ②それらのデータを駆使して、構造各部材の寿命を正確に推定すること。

本稿では、橋梁データバンクとその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。

### 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。

維持管理の段階は大きく2つに分かれており、前段は予算要求段階、後段は設計施工段階である。

維持管理業務を計画的、かつシステムチックに行

う上では特に予算要求段階が重要である。

この段階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ある程度固定されることとなる。この段階には、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、長期的、かつ計画的な予算計画が立てにくい。
- ②予算要求時には、概算工費と補強一般図が必要となるが、担当者による精度のバラツキが生じる。

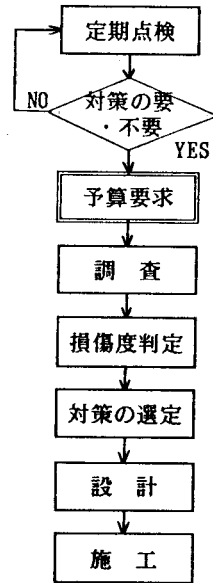


図-1 橋梁の維持管理の手順

予算要求の段階で、対象橋梁を計画的に抽出し、適正な予算を要求するためには、橋梁各部材の寿命判定方法と、構造・施工条件を加味した標準工法の設定が必要である。

### 3. 現場情報とデータバンク

最近、橋梁の維持管理用データバンクの統一化を目指して、建設省が「橋梁データバンクシステム」の構築を進めているが、その内容は大項目としての次の11項を含む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

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していない場合が多い。すなわち、データバンクとしての必要データと、すぐにでも入手可能な現場情報の間には、大きなギャップが存在している。

### 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データバンク作成のための基本データの収集
- ②データバンクとその検索システムの構築
- ③データバンク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項のデータバンクの構築であるが、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、データバンクのひな形は建設省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、改善はされているが技術判断上のデータとしては未だ不足しているためである。

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。

この台帳の中で、橋梁に関しては、従来の橋梁台帳とは別に、舗装、高欄、排水装置、伸縮継手、床版、主桁・主構、査、下部工躯体、下部工基礎、その他など構造部材毎の台帳も作成しておく方が、維持管理の精度と効率を上げる上で役立つと思われる。なぜなら、一度設計施工の段階に入ると、利用可能なデータはかなりの精度が要求されるため、橋梁台帳のみでは対応できないためである。

②データバンクの利用場面としては予算要求時と補強設計時の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、計画的に選ぶ方法を確認する必要がある、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。

#### 5. 橋梁データバンクの利用方法

##### 5.1 橋梁維持管理システムの概要

図-2に維持管理システムの概要を示す。

- ①このシステムは原則的には予算要求段階と、設計段階と同じ作業ステージとなるが、必要とされる精度が異なってくる。
- ②支援システム機能要素のうち、「計算」として表されているシステムは排水装置データバンクより、構造、荷重にかかわる基本データを検索してきて利用するものである。
- ③支援システムの中で、寿命診断を3つの結果から推定するよう提案している。新たに繰返し疲労計算による判定軸を加えたが、これにより長期的な維持管理計画の立案を可能にしたいと考えている。

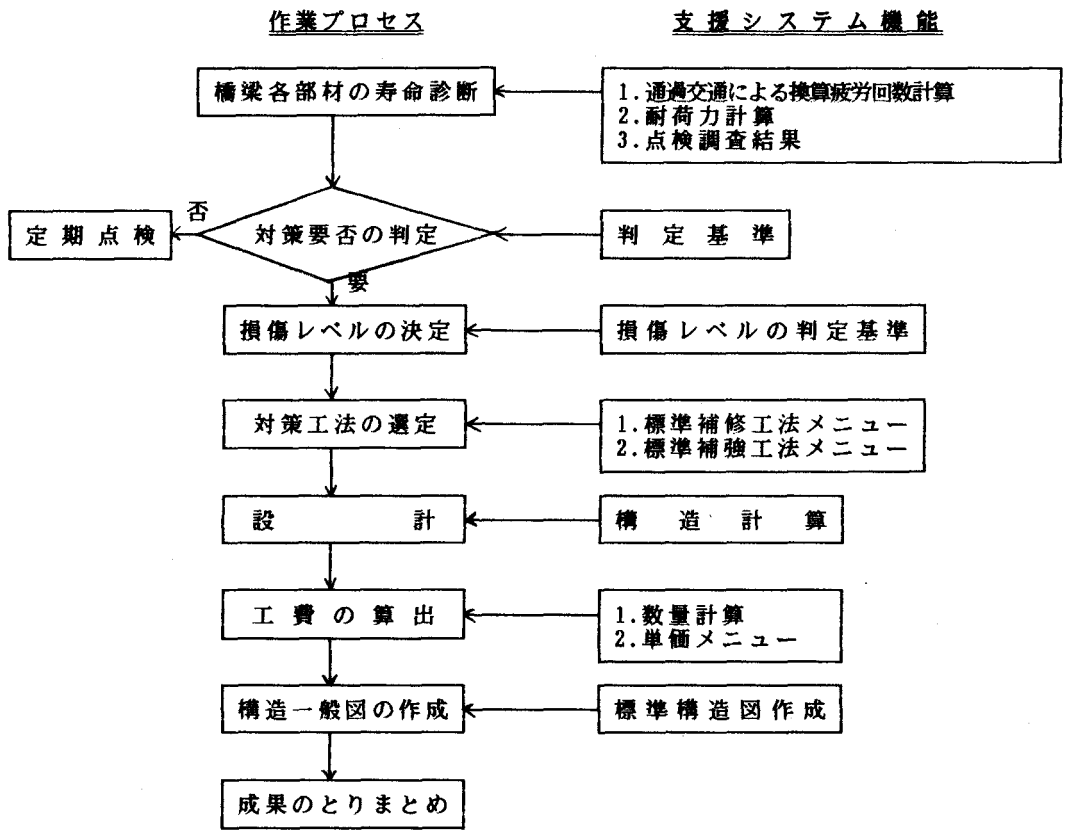


図-2 橋梁維持管理システムの概要

## 5.2 換算疲労回数による診断法

### 1) 基本的考え方

現在、通過交通量による部材の寿命を、繰返し載荷による疲労破壊として捉えているものに舗装がある。床版をはじめとして他の部材も、程度の差はあれ疲労の影響は大きい。

よって、舗装以外の部材（床版、主桁・主構、伸縮継手）についても、適用することとした。

疲労破壊を支配する要因には次の2点がある。

①交通量、特に大型車交通量

②部材の剛度

①項は換算疲労回数として考慮し、②項は対策の緊急性として評価するものとしている。

### 2) 換算疲労回数と判定

①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するのが妥当である。

よって、

$$wcr = 8t$$

②交通量から繰返回数を求める計算式は以下のとおりとする。

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{Wi}{8} \right)^4 \times Ni}{\sum_{i=1}^n Ni} \times \sum_{j=1}^t Nj$$

ここに、 $N$ ：疲労限界繰返回数（回）

$Wi$ ： $i$ 番目の軸重（t）

$Ni$ ： ” 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

### ③判定基準回数

疲労限界回数は、過去のRC床版の疲労破壊試験の結果等を踏まえ、 $N_q = 300$ 万回とし、 $N_q \leq N$ の場合は疲労限界に達したと判定する。

よって、この回数に達する年限を寿命とする。

### 3) 部材剛度と対策優先順位

①1例として鉄桁橋RC床版の床版厚/主桁間隔と床版損傷件数との関係を図-3に示す。部材剛度と損傷発生率の間にはかなり顕著な関係がある。橋種により異なるが傾向は類似している。

②よって、床版厚/主桁間隔( $t/l$ )を判定軸として表-1により対策順位を定める。

### 4) 橋梁データバンクの利用

ここに示している繰返し疲労にもとづく寿命の判定法は、数少ない事例の分析と検証をもとに考え方を示したもので、橋梁データバンクが完成すれば全国レベルでの橋梁データを分析することにより、式形および判定基準のレベル間の調整は行う予定である。

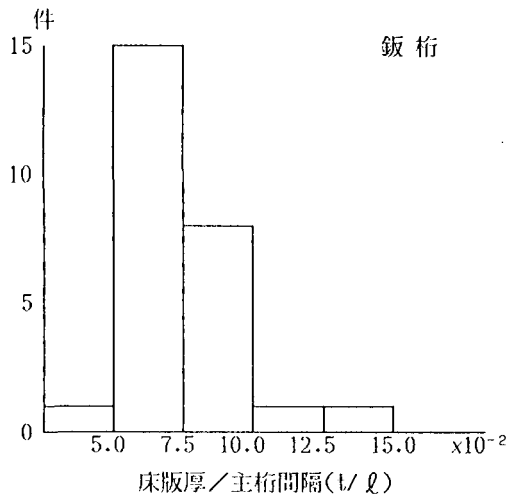


図-3 (床版厚/主桁間隔)・床版損傷件数の関係

### 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進んでゆくことを考えれば、少しでも早く維持管理を筋の通った体系として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。

表-1 対策優先順位の判定基準

| 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は交通量の多い橋梁から抽出するものとする。 |           |