

# 小規模橋梁メンテナンスにおけるシステム評価

山口河川国道事務所 道路管理第二課 田中 栄

## 1、はじめに

高度成長期に大量に整備された公共施設の老朽化が進みつつあり、維持修繕費の効率的執行が求められている現在、従来の事後保全的な管理方法では、適正な執行が困難になりつつあることから、近年アセットマネジメントが提唱されている。

山口河川国道事務所は、国道の管理区間延長約450km、道路管理の出張所の数が6出張所と、全国一長い管理延長を有する事務所であり、道路構造物の中長期的維持管理計画（構造物の劣化度に応じた効率的補修計画の作成、トータルコストを考えた補修計画の作成）の必要性を前提にシステム設計に着手している。

## 2、システム設計の現状と今後の予定

システムとしては、函渠（ボックスカルバート）15m以下の橋梁の2つであり、平成12年度より、学識経験者を交えた「システム検討会」において検討を重ねてきており、については、平成14年完成し中長期的維持管理計画に利用している。については、平成15年度から検討を行い、平成16年度の完成を目標に現在、鋭意設計検討中である。

## 3、橋梁システムの概要について

構造物の劣化は、潜伏期～劣化期を時間の経過とともに劣化していく。本システムは、最初に時間と劣化度の関係を予測する。ここで、構造物の劣化の予測とは、材料劣化（中性化・塩害）と疲労劣化の2つである。

材料劣化の予測では、鉄筋のかぶり厚さ・環境から鉄筋腐食（有効断面積の減少）と経過時間の関係を算出する。疲労劣化では、路線毎に測定した軸重計を用いて耐荷性の減少と経過時間の関係を算出する。

次に、劣化毎の補修方法と工事費の算出を行い、補修・補強後残存耐用期間・補修工事費を評価しライフサイクルコストを計算する。また、補修・補強を先送りした場合の増額金をコストとして評価する。さらに、点検時・詳細設計時での劣化曲線の回帰も適宜行う。

橋梁システムとしては、材料劣化と疲労劣化の2つが予測項目であるが、BOXシステムは材料劣化のみが予測項目である。

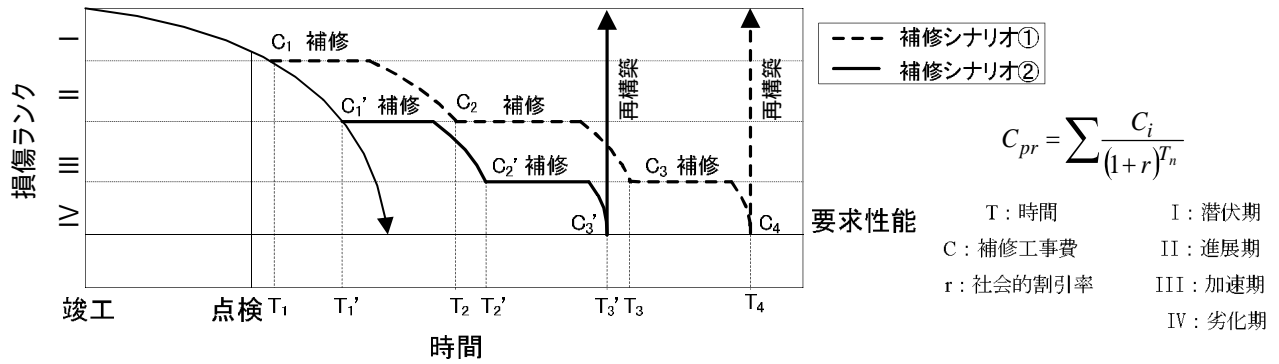


図 - 1 橋梁システムの概要 ( 1 )

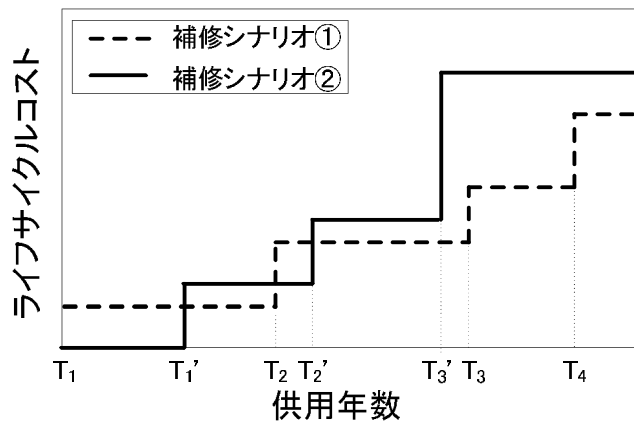


図 - 2 橋梁システムの概要 ( 2 )

#### 4、橋梁 ( 15 m以下 ) の現況について

##### 4 . 1、管内施設竣工年次

橋梁の数としては、管内で約 5 0 0 橋であり、竣工年度としては、1 9 5 0 年 ~ 1 9 6 0 年の竣工年次が最も多い。( 図 - 3 )

##### 4 . 2、管内施設構造形式

コンクリート床版橋が約 6 0 %、プレテン床版橋が約 2 0 %、コンクリート T 桁橋 が約 1 0 %、その他鋼桁は数% ( 1 0 橋 ) である。

##### 4 . 3、管内施設交通量 ( H11 道路センサスより )

橋梁の耐用年数を算定する際、交通量が大きなパラメーターとなるが、センサス調査結果によると ( 図 - 4 ) 管内 1 車線あたりの交通量は、15,000 台 / 日を超える重交通もある。

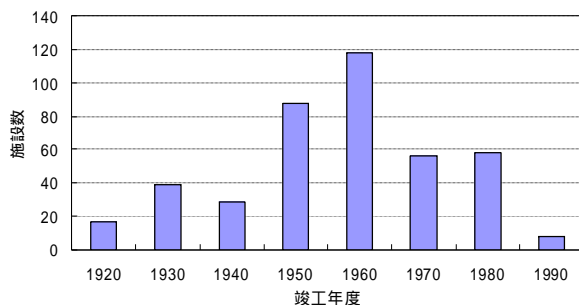


図 - 3 管内年代別施設数

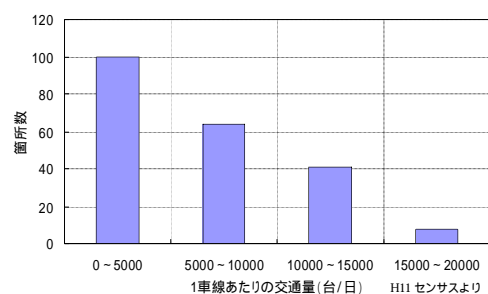


図 - 4 管内 1 車線あたり交通量

## 5、劣化予測

### 5.1、システム設計の前提

- 1) 劣化予測は、上部工のみを対象とした。文献1によると、損傷が原因である橋梁の架替は、上部工の損傷が大半を占めていることによる。
- 2) 橋梁の耐用年数を100年として設定した。これは、補修方法について現実的な補修工法を選定しようとしたことによる。

### 5.2、予測方法について

- 1) 材料劣化（中性化、塩害）については、潜伏期・進展期の予測と加速期・劣化期の予測の2つに分かれる。潜伏期・進展期の予測は、塩害地区とそれ以外の地区（中性化）で異なった予測式で計算を行う。また、加速期・劣化期の予測については、同じ予測式で計算を行い、最終的には、潜伏期～劣化期について1つの式（4次曲線）となるように回帰を行う。
- 2) 疲労劣化（押し抜きせん断、鉄筋疲労、鋼材疲労）については、対象橋梁の軸重を設定し疲労回数、耐用年数を算定する。押し抜きせん断疲労予測は、輪荷重載荷試験機による押し抜きせん断疲労実験で得られる床版のS-N関係式を用いることとした。鉄筋の疲労・鋼桁の疲労については、変動下での疲労寿命を推定する方法であるマイナーの線形累積被害則によるものとした。

### 5.3、検証結果

上記の予測方法をもとに、施工年代（床版厚、w/c）、設計荷重、1車線あたりの交通量（5,000台/日～20,000台/日）、環境（塩害地区）などの諸条件を各場合ごとに100年程度の供用期間でのトライアル計算を行い、予測評価できるのか、又、必要なかの検証を行った結果を下記に示す。

ここで、押し抜きせん断については、劣化の度合いについて数値化する必要があるが、ひび割れ密度で評価することとした。又、鉄筋疲労については、定期点検時に劣化の度合いを数値化することが困難であるものの、計算結果をもとに点検を行うこととした。さらに、鋼桁疲労について計算結果から、主桁についてはほとんど問題ないものの、副部材については損傷しやすい傾向にあるが、補修は軽微であるためLCC評価は行わず、計算結果をもとに点検を行うこととした。

表 - 1 施設の評価方針

構造種別	予測種別	予測項目	対応方針
RC・PC 橋 鋼橋 RC 床版	材料劣化	中性化・塩害	予測評価を行い、LCC 評価を行う
	疲労劣化	押し抜きせん断	予測評価を行い、LCC 評価を行う
鉄筋疲労		予測評価・点検のみ行う	
鋼橋	疲労劣化	鋼桁疲労	予測評価・点検のみ行う

## 6、補修シナリオの作成

補修シナリオについては、実績や実験結果による補修の耐用年数を決定したあと、補修工事費との関係で投資効果があるかどうかの判断を行って標準補修シナリオを下記のとおり作成した。（図 - 1、図 - 2 参照）

表 - 2 補修・補強のシナリオ（材料劣化）

No	劣化時期	補修・補強工法	耐用年数
1	潜伏期	予防的表面処理を行う	10年
2	進展期	ひびわれ注入・表面処理を行う	10年
3	加速期	部分的断面補修	10年
4	加速期	広範囲な断面補修	10年
5	劣化期	炭素繊維接着工法	30年

表 - 2 補修・補強のシナリオ（疲労劣化）

No	劣化時期	補修・補強工法	耐用年数
1	潜伏期	-	-
2	進展期	-	-
3	加速期	炭素繊維接着工法	供用期間内
4	加速期	床版打ち換え	供用期間内

## 7、今後の予定・問題点

橋梁システムの今後の予定を以下に示す。

- 1) 軸重測定の実績データが不足しているため追加測定を行う。
- 2) 塩害の影響について、現地測定が不足しているため追加測定を行う。
- 3) 定期点検の実績データをシステム入力し、予測計算との比較検討を行う。

BOXシステム・橋梁システムの問題点を以下に示す。

- 1) 本システムは、社会的割引率から現在価値を算出しトータルコストを算出しているが、投資金額 / 供用期間の算出方法もあり今後の検討課題である。
- 2) システム構築後毎年データを更新する必要があるが、システム管理者の十分な理解が必要となる。それについては、現在マニュアル作成中である。

- \* 文献1 橋梁の架替に関する調査結果 (III) 土木研究所  
 文献2 コンクリート標準示方書「維持管理編」 土木学会  
 文献3 コンクリート標準示方書「維持管理編 制定資料」土木学会  
 文献4 コンクリート構造物のリハビリテーション研究委員会報告  
 日本コンクリート工学協会  
 文献5 小林、鉄筋腐食の診断、コンクリート構造物の耐久性シリーズ  
 文献6 友澤、有限要素法による鉄筋の腐食した RC 梁の鉄筋の腐食による  
 耐久性評価、コンクリート工学年次論文発表会 VOL.19.NO.1.1997  
 文献7 鋼道路橋の疲労設計指針 日本道路協会