

IV-229

維持管理システムにおける土木構造物の劣化を表すモデルの提案

茨城大学 工学部 正会員 岩松 幸雄
 静岡県庁 田辺 秀介
 茨城大学 大学院 学生員 早川 裕史

1.はじめに 構造物の早期劣化を引金として、現在、維持管理の重要性が認識されはじめている。また、近年徐々にそのシステム化が試みられているが、合理的な維持管理システムの構築には至っていない。合理的な維持管理システムの構築のためには、構造物が何年目にどのような補修を行えば最も経済的な形でライフサイクルを延伸させることができるのかを判断するすべを持たねばならない。そこで、本研究では土木構造物の劣化を、補修により機能水準が回復しないタイプ(Willow Type)とある程度回復するタイプ(Saw Type)(図-1、2参照)であると想定し、Willow Typeの代表としてコンクリート橋の力学的特性、Saw Typeの代表としてアスファルト舗装の走行性を上げ、それぞれの劣化程度を示す理論曲線を設定し、上述における判断方法の一提案とする。

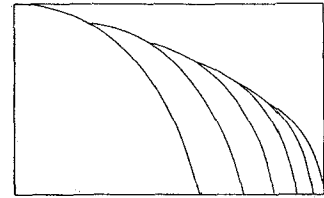


図-1 Willow Type

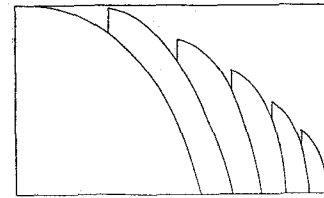


図-2 Saw Type

2.維持管理システム 維持管理システムを構築するに当たって、土木構造物の供用性を把握し、適切な時期に適切な維持修繕を行うことが肝要である。具体的には、①土木構造物を取り巻く社会条件(自動車交通量、大型車交通量等)、環境条件(沿道条件、立地条件等)、気象条件 ②土木構造物の設計時における設計条件、新設後から現在までの補修履歴 ③維持補修費に投資した額 といったようなデータをデータベース(DB)として構築し、これを基に土木構造物の現在の機能水準を予測するのである。その結果から補修の要否を判断し、補修するとなれば補修工法も選定しなければならない。つまり、上述のDBを基礎とする維持管理のDBS(Data Base System)を維持管理システムとして働かせることが必要である。これらを、フローチャートにして図-3に示す。

3.モデルの理論曲線の設定

3.1 Willow Type コンクリート橋における力学的特性を対象とし、劣化・損傷に影響を及ぼす条件として、塩害に対する橋梁の海岸からの距離、大型車交通量の経年変化に伴う増加率を採用した。理論式は以下に示す通りである。

$$Z_i = 10 - R_i$$

$$R_i = \alpha_i \cdot \{a \cdot Y^{(b \cdot \exp(LCC))}\} \quad a = 0.04116, b = 0.2726$$

$$LCC = \exp(-L) + 0.5 \cdot \frac{3.007}{1 + 2.007 \cdot \exp(-0.03419 \cdot (Y - M_i) \cdot \alpha_i^2)}$$

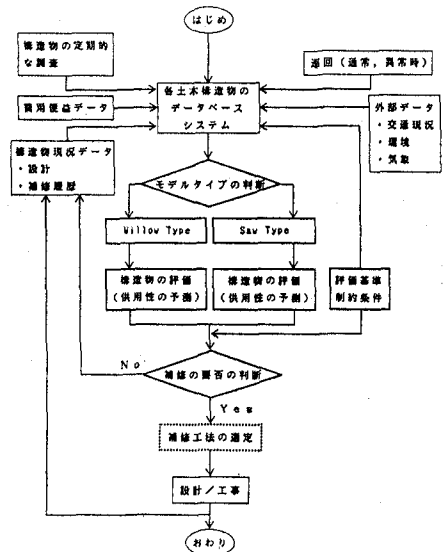


図-3 維持管理システムフローチャート

$$Y' = \frac{10}{(10 - \sum_{i=1} R_i)} \cdot (Y - M_i) = \alpha_i \cdot (Y - M_i)$$

ここで、 Z_i ：補修時の機能水準 R_i ：補修または新設時における劣化度 a 、 b ：定数 Y ：供用年数（新設後の経過年数） LCC ：ライフサイクルに係わる係数 M_i ：補修時の経過年数 α_i ：補修時の機能水準による影響を表す係数 Y' ： $\alpha_i \times$ （補修後の経過年数）である。

3.2 Saw Type アスファルト舗装における走行性を対象とし、劣化・損傷に影響を及ぼす条件として、大型車交通量の経年変化に伴う増加率を採用した。理論式は以下に示す通りである。

$$\begin{aligned} Z &= Z' - R \\ Z' &= Z_m + 0.7 \cdot (Z_{am} - Z_m) \cdots \cdots \text{表面処理の場合} \\ Z' &= Z_m + 0.8 \cdot (Z_{om} - Z_m) \cdots \cdots \text{オーバーレイの場合} \\ R &= \alpha \cdot a \cdot y^b \cdot \exp(LCC) \quad a = 0.176, b = 0.267 \\ \alpha &= \exp \frac{(10 - Z_m)^c}{K_1} + \exp \frac{M_y^d}{K_2} - 1 \\ LCC &= \frac{3.007}{1 + 2.007 \cdot \exp(-0.03419 \cdot y)} \\ y &= Y - M_y \end{aligned}$$

ここで、 Z ：機能水準 Z' ：補修によって回復した機能水準の値 R ：補修後の機能水準 Z_{am} ：前回の補修によって回復した機能水準の値 Z_{om} ：前回のオーバーレイによる補修によって回復した機能水準の値 a 、 b ：定数 Y ：新設後の供用年数 LCC ：ライフサイクルに係わる係数 Z_m ：補修時の機能水準 M_y ：補修時の経過年数 α ：補修時の機能水準と補修時期、補修工法の影響を表す係数 K_1 、 K_2 、 c 、 d ：補修工法別の Z_m と M_y に影響を与える係数（表面処理の場合 $K_1 = 40$ 、 $K_2 = 39$ 、 $c = 2$ 、 $d = 1.4$ オーバーレイの場合 $K_1 = 35$ 、 $K_2 = 39$ 、 $c = 2$ 、 $d = 1.4$ ）である。

4. 検証

4.1 Willow Type 理論曲線を検証するにあたり、以下のことを前提とする。①各橋梁は、社会環境、自然条件、立地条件等の諸条件を考慮にいたした上で、耐用年数を一律50年として設計されているものとする。②各補修路には適切な補修工法が選択され、その種別の違いによるライフサイクルへの影響は考慮に入れないものとする。以上の前提のもとに、A橋～E橋およびS橋のデータから理論曲線の検証を行い、その結果を表-1に示す。

4.2 Saw Type 理論曲線を検証をするにあたり、以下のことを前提とする。①各アスファルト舗装は、社会環境、自然環境、立地条件等の様々な条件を考慮にいたした上で、耐用年数を一律30年として設計されているものとする。②検証するデータが昭和57年度以降のものしか入手できなかった（事務所では過去5年以上のデータは処分してしまう）ため、新設年次が昭和40年前後の初期の補修履歴や路面性状はわかっていない。そこで、平均的に新設後11年でオーバーレイを行うということを現在行われている1回目の補修として検証にあたった。以上の前提のもとに国道8号線下りのある区間のデータから理論曲線の検証を行い、その結果を表-2に示す。

表-1

	デ ー タ	本研究の設定
第1回補修年次	13.6年(A～E), 12.3年(A～D)	12年
損傷面積	約10%	機能水準9 = 6.0%
供用年数25年	約1/3	31.3%
供用年数11年	損傷 34ヶ所	0.88(9.12)
供用年数19年	損傷61(27)ヶ所	1.36(8.44) 約1.8倍

表-2

	デ ー タ	本研究の設定
第1回補修年次 (オーバーレイ)	① 10.5～12年 ② 11.2年	11年
わだち掘れ量	① 21～25mm ② 24.1mm	機能水準4 = 24mm

5. おわりに 土木構造物の劣化を表すモデルとしてWillow Type、Saw Typeという2つのモデルを作成、提案し、検証を行い、モデルの妥当性を確信することができた。しかし、これらを維持管理システムへと発展させて行くためには、現在のように無目的にデータが収集されているのでは意味がなく、目的的にデータを収集した上で、それらをデータベース化しておくことが肝要である。このことにより、本研究における様々な設定も、より理論的な形に定量化することが可能となるであろう。