

第一技研コンサルタント(株) 正会員 ○村上 郷太
 第一技研コンサルタント(株) 正会員 古市 亨
 第一技研コンサルタント(株) 正会員 佐光 浩継
 第一技研コンサルタント(株) 田中 昭博

1. はじめに

我が国にも着実に社会資本が蓄積されてきたがストックの増大、老朽化に伴って維持管理費が増大し、今後財政上の負担となることが予想される。また、橋梁を例にとると我が国の橋長15m以上の主要な道路橋だけでも約13万橋あり、そのほとんどが1975年を中心とした年代に偏って建設されている。この偏りは将来のある時期（橋梁の寿命を50年と考えると1925年近傍）に我が国の社会資本が一斉に寿命を迎えることを意味している。しかし、我が国のこれまでの維持管理は点検等で損傷が発見された場合に補修・補強を実施するという対処療法であったため、今後の本格的に既設橋梁の維持管理が顕在化した場合には対応できなくなることも考えられる。予防療法として計画的な維持管理を実施するためには、橋梁の各部材の交通特性、構造特性、現場状況、等を勘案した各部材の劣化メカニズム理論の構築が必要である。本論では、橋梁の代表的な部材である床版に着目し、路線毎の交通特性と橋梁の構造諸元から、供用中の実橋床版の簡易的な余寿命推定方法を提案する。

2. 余寿命推定の計算方法

松井らは、RC床版の終局状態において、主鉄筋方向のせん断力が床版の挙動に対して支配的であるとして、S-N線図の縦軸に作用荷重Pとはりのせん断 P_{sx} との比をとった両対数の式(1)を提案している¹⁾。本提案式の特徴として、床版厚、配筋状況等のデータとともに、コンクリートのせん断強度(τ_{smax})および引張強度(σ_{tmax} : 引張側主鉄筋のダウエル力によるかぶりコンクリートの剥落耐力分)が必要となる。

$$\text{【S-N曲線】 } \log(P/P_{sx}) = -0.07835 \times \log N + \log 1.51965 \quad \text{----- 式(1)}$$

式中、P: 作用荷重

$$P_{sx} = 2 \tau_{smax} x_m B + 2 \sigma_{tmax} c_m B$$

τ_{smax} : 圧縮側コンクリートの最大せん断応力度

σ_{tmax} : コンクリートの最大引張応力度

x_m : 主鉄筋断面の中立軸距離

E_c : 中立軸を算出する際のヤング係数

c_m : 主鉄筋のかぶり深さ

N: 等価繰返し回数

$$B = b + 2 d_d$$

b: 配筋鉄筋方向の載荷板の辺長

d_d : 配筋鉄筋のかぶり深さ

今回提案する実橋床版の余寿命推定の基本的な思想は前述のS-N曲線を用いている。なお、式中の橋梁諸元に関するデータは設計図書等により抜粋・入力することを原則とするが、設計図書が無い場合でも床版厚と主桁間隔（床版支間）が既知であれば復元設計を行い算出することは可能である。しかし、式中の作用荷重P、および繰返し回数Nについては、BWM理論を用いた計測および分析^{2) 3)}等を実施しない限り、その実態を把握することは難しく、特に過去の交通特性については再現することはできない。このため、本手法では、道路橋示方書の設計荷重の変遷とセンサス等から確認できる過去の交通量に着目し、対象とする橋梁床版に対する作用荷重Pは、供用中の各年代の道路橋示方書の設計輪荷重を用い、繰返し回数Nについては、各年度における大型車交通量を採用すると仮定した。このデータを橋梁諸元関連データと併せ、式(1)に代入し、各年度毎の床版に与える疲労ダメージを計算・類推し、このダメージが対象床版が計算上保有している疲労耐力に達した年度に床版がせん断破壊を起こすと仮定し、余寿命の推定を行うこととした。

3. 計算結果

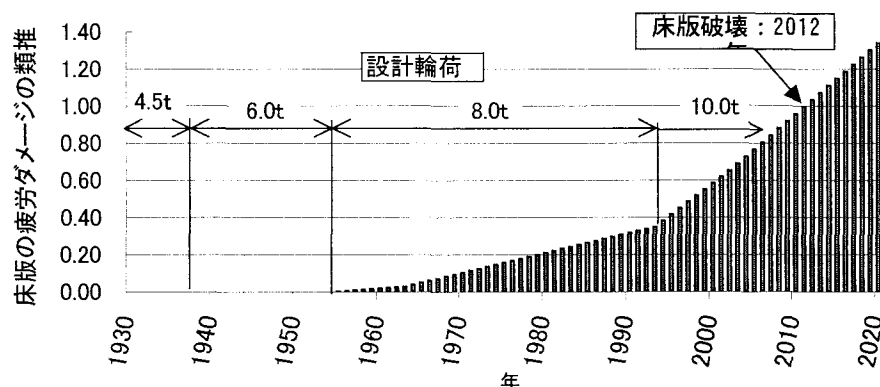
計算例として、昭和初期に竣工したA橋の疲労寿命推定を行った。計算に用いたA橋の諸元を表－1に、各年代別の設計荷重と大型車交通量の変遷を表－2に示す。竣工年からの床版へのダメージの類推を図－1に示す。

表－1 A橋の床版諸元

竣工年度	1930年(昭和5年)
適用示方書	大正15年道示
床版厚	17.0cm
床版スパン	3.5m
主筋配筋	φ19@125

表－2 供用中の年代別交通量と設計荷重

No.	年代	交通量(台)		車線	設計荷重(t)	
		24時間	大型車		適用示方書	輪荷重
1	1930～1939	1,000	600	2	大正15年	4.5
2	1940～1955	5,000	2,500	2	昭和14年	6.0
3	1956～1965	12,000	4,800	2	昭和31年	8.0
4	1966～1975	20,000	8,000	2	昭和39年	8.0
5	1976～1993	16,000	4,800	2	昭和39年	8.0
6	1994～2003	16,000	3,200	2	平成6年	10.0
7	2004～	16,000	3,600	2	平成8年	10.0



図－1 竣工年からの床版疲労ダメージの類推

この結果より、交通量が少ないことを考慮しても、昭和31年以前の輪荷重による影響はほとんど無く、本理論上、床版疲労に影響を与えるのは、TL-20以降の設計輪荷重である。また、本橋床版は2012年に破壊する結果となっているが、本手法の仮定として大型車はすべて設計荷重の輪荷重を適用するため、実勢よりかなり安全側の評価となっている。

4. まとめ

本論では、理論上の疲労寿命推定方法を提案したが、今後、実橋における損傷状況との比較を行い、その妥当性を評価する必要がある。さらに、路線における交通特性やBWIMによる輪荷重の頻度分布を考慮した解析を行えば、より高い精度での疲労寿命推定が可能になると考える。

参考文献

- 1) 松井：移動荷重を受ける道路橋RC床版の疲労強度と水の影響について，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.9，No.2，1987-7，pp.627-632.
- 2) 松井，EL-HARIM：RC床版のひび割れの開閉量による輪荷重の測定に関する研究，構造工学論文集，Vol.135A，1989-3，pp.407-418.
- 3) 小塩，山田，貝沼，小幡，古市：鋼床版部材を用いた走行車両の軸重推定，構造工学論文集，Vol.44A，1998-3，pp.1141-1151.