

## 道路橋 R C 床版の疲労寿命の推定について

熊本大学 学生員 衛藤謙介 熊本大学 学生員 一瀬康弘  
 熊本大学 正員 崎元達郎 大阪大学 正員 松井繁之

1. まえがき：昭和40年代初め頃から、道路橋 R C 床版において、コンクリートの剝離や部分的な抜け落ちという事故が多く見られるようになってきた。このような R C 床版の破損や事故は放置し得ない重要な問題である。そこで、R C 床版のひび割れ損傷に対する数多くの調査・研究の結果から、R C 床版のひび割れ損傷は自動車輪荷重の繰返し載荷による広義の疲労であると定義し、マイナーの累積被害則を適用することで R C 床版の寿命を推定する方法が考えられる。本研究は、前述の方法を用い、比較的容易に得られるデータ（日交通量、大型車混入率など）を対話形式で入力し、R C 床版の寿命を計算する方法を確立し、各種パラメーターと寿命との関係を考察しようとするものである。

2. 寿命の推定方法：模型床版中央に移動輪荷重を往復させた場合の疲労実験より図-1及び次式で表される S-N 曲線が得られている<sup>1)</sup>。

$$\log(P/P_{sx}) = -0.07835 \cdot \log N + \log 1.51965 \cdots \cdots (1)$$

P: 作用荷重  $P_{sx}$ : はりの押し抜きせん断耐力

N: 繰返し回数

$P_{sx}$  の実用式は文献 1) に与えられている。

式(1)より目的の床版の押し抜きせん断耐力が与えられれば基本輪荷重  $P_0 (=8t)$  によるその床版の寿命繰返し回数  $N_f$  が求められる。

$$N_f = 10^{\{(\log 1.51965 - \log(P_0/P_{sx})) / 0.07835\}} \cdots (2)$$

これに対して、目的の床版において、荷重のばらつき、通行位置の違いを考慮して等価繰返し回数  $N_{eq}$  を求めると次式のようになる。

$$N_{eq} = C_1 \cdot C_2 \cdot N_f \cdots \cdots (3)$$

$C_1$ : 荷重補正係数  $C_2$ : 通行位置補正係数

NT: 供用期間中に通過する全軸数

a. 荷重補正係数について：荷重のばらつきを基本輪荷重の大きさに修正するために、マイナー則より次式を用いる。

$$C_1 = \int_0^{P_{max}} (P/P_0)^m \cdot f(P) dp \cdots \cdots (4)$$

$P_{max}$ : 最大輪荷重  $m: 1/0.07835$

$f(P)$ : 荷重に関する確率密度関数

本研究では文献 2) に図-2 に示す様な車種別の

重量特性が与えられているので、これが対数正規分布するものと仮定し、これに車種別混入率を乗ずることにより、補正值  $C_1$  を求めている。

b. 通行位置補正係数について：通行位置の違いにより床版にかかるせん断力が異なり、このせん断力が交番することが、損傷に大きな影響を及ぼす。図-1 の S-N 曲線は支間中央載荷の実験値より得られたものであるから、以下の式で係数  $C_2$  を求め通行位置の補正を行う。

$$C_2 = \int_{\alpha}^{\beta} (Q_x/Q_0)^m \cdot p(x) dx \cdots \cdots (5)$$

$Q_x$ : 着目点に生じるせん断力

$Q_0$ : 中央載荷の場合の中央に生じるせん断力

$p(x)$ : 通行位置に関する確率密度関数

$\alpha, \beta$ : 通行位置の限界

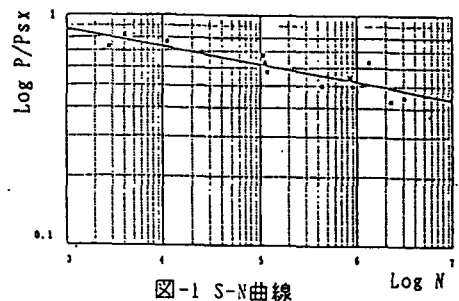


図-1 S-N 曲線

相対頻度

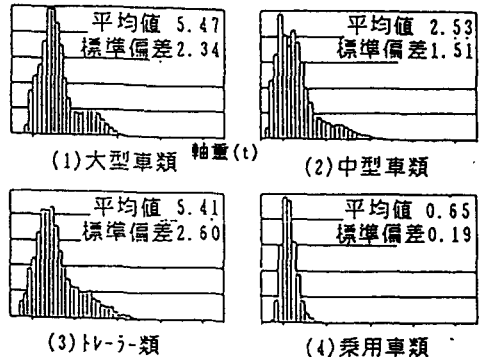


図-2 車種別重量特性

有限要素法で計算したQ xの結果を用いて求めたC 2の値を表- 1に示す<sup>1)</sup>。

### c. 供用期間中に通過する全軸数について:

通過軸数又は、車数で計算される寿命を年数としての寿命に換算する為に、交通量の時間変化特性を仮定する。交通量の時間変化は、パラメーターaを用いると、次式のように表される。

$$M = \frac{-ka}{t+a} + k \dots\dots\dots (6)$$

M:一日一車線あたりの交通量 t:年数

k:一日一車線あたりの限界交通量

検討する路線の交通量の時間変化はパラメーターaを用いて、例えば図- 3のように記述される。式(6)を積分することにより供用期間中の全通過台数の時間変化N sは、次式のようになる。

$$Ns = 365 \cdot \{-ka \cdot \ln(t+a) + k(t+a) + ka \cdot \ln(a) - ka\} \dots\dots (7)$$

式(7)に台数を軸数に換算する係数を乗ずれば供用期間中の全通過軸数NTが図- 4のように得られる。

以上の補正を考慮し、等価繰返し回数Neqが、寿命繰返し回数N fに達する時間tが、寿命年T fということになる。

### 3. 考察: 本研究で作成したプログラムを用いて種々のパラメーターを変化させて寿命を推定した結果を次に示す。

表- 2に大型車混入率3 0%、交通量3 万台/日/車線、最大輪荷重1 0 t、床版中央通過として、床版の設計に適用した示方書の違いによる寿命の違いを示す。この表よりS 3 9年示方書で設計された床版の方が寿命が短いといえる。

図- 5は他は上と同じ条件でS 4 8年の示方書で設計した床版に対して、最大輪荷重の違いによる寿命の変化を示す。この図より床版の受ける最大輪荷重の違いによって、寿命年が2桁程度異なってくることがわかる。

図- 6はさらに上記と同じ条件で通行位置のみが異なる場合の寿命の変化を示す。これにより通行位置によって寿命は大きく違ってくることをわかる。

表-2 S39,S48年示方書による寿命年

|     | 2m     | 3m     | 4m     |
|-----|--------|--------|--------|
| S39 | 6.86E3 | 5.01E4 | 1.44E5 |
| S48 | 2.55E3 | 2.86E6 | 3.23E7 |

(年)

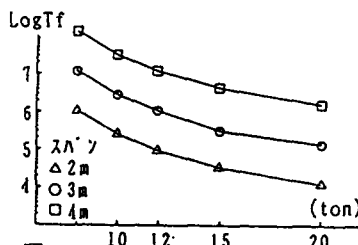


図-5 最大輪荷重が異なる場合の寿命年

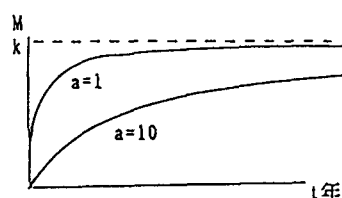


図-3 交通量の時間変化

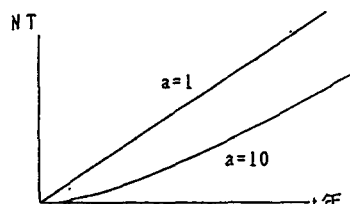


図-4 全通過軸数の時間変化

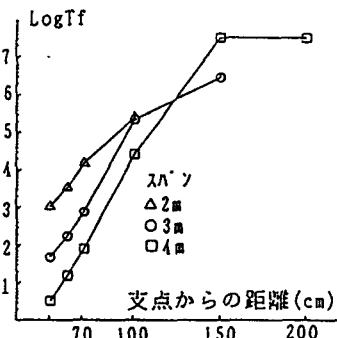


図-6 通行位置が異なる場合の寿命年

参考文献: 1) 松井繁之;「道路橋 R C 床版の疲労設計法試案」科学研究費補助金(一般研究 C) 研究成果報告書 平成2 年3 月

2) 阪神高速道路公団;「阪神高速道路の設計荷重体系に関する調査研究」 昭和6 1 年1 2 月