

交通流の特性が鋼橋上部構造の疲労設計用活荷重補正係数に及ぼす影響

長崎大学工学部 学生会員 ○酒井康成 長崎大学工学部 正会員 中村聖三
 長崎大学工学部 フェロー会員 高橋和雄 長崎大学工学部 正会員 吳 慶雄

1. 序論

わが国の鋼道路橋においても疲労による損傷が無視できなくなっており、直近の道路橋示方書の改訂では疲労も設計時に照査すべき限界状態の一つになった。橋梁上部構造に対しての疲労設計荷重を含めた具体的な照査方法は鋼道路橋の疲労設計指針¹⁾に示されているが、種々の交通流特性に対する適用性は明確ではない。そこで本研究では、単一車線の鋼橋上部構造を対象として、モンテカルロシミュレーションにより発生させた種々の模擬交通流を通過させることにより、同時載荷係数およびT荷重補正係数を算定し、交通流特性が各係数に及ぼす影響を検討する。

2. 荷重列のシミュレーション^{1),2)}

本研究では、シミュレーションに用いる車両発生台数を2万台とし、一般的な交通流モデルをA(大型車混入率40%)、渋滞を想定した交通流モデルをB(大型車混入率40%)としてモンテカルロ法によって荷重列を発生させる。その流れを図-1に示し、以下に説明を加える。

(1) 車種構成

車種は図-2に示す8種類のモデルに分類する。また本研究では、表-1に示す車種構成モデル¹⁾を対象とし、各車種構成モデルの車種構成率に従うよう一様乱数分布で車種を決定する。

(2) 車両の重量分布

2種類の小型車量(C, CT)の寄与は疲労被害に対しては無視できるものと考えられるので、解析を簡略化するため6種類の大型車両(MT, LT, LD, TR, TT, BS)の重量分布のみを考慮する。これらの大型車両重量は対数正規分布に従うものと仮定し、各大型車両重量の平均値、標準偏差は表-2に示す値³⁾を用いる。

(3) 車頭時間間隔

車頭時間間隔は交通流モデルA・B共に式(1)で表されるアーラン分布に従うと仮定する。その際、文献3)に従い、 $n=3$ とする。

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda t} (\lambda t)^{n-1} / (n-1)! \cdots (1)$$

$$\text{平均値} : E(t) = n / \lambda \quad \text{分散} : n / \lambda^2$$

また、平均車頭時間間隔については式(2)で表現されるように、時間交通量を用いて表すことができる。

$$E(t) = 3600 / Q \cdots (2) \quad E(t) ; \text{平均車頭時間間隔 (sec)} \quad Q ; \text{時間交通量 (台/hr)}$$

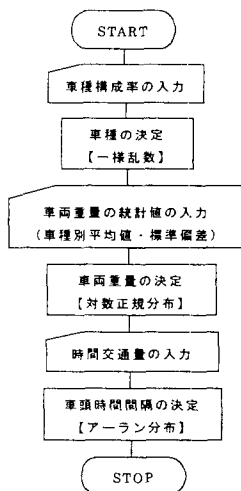


図-1 シミュレーションの流れ

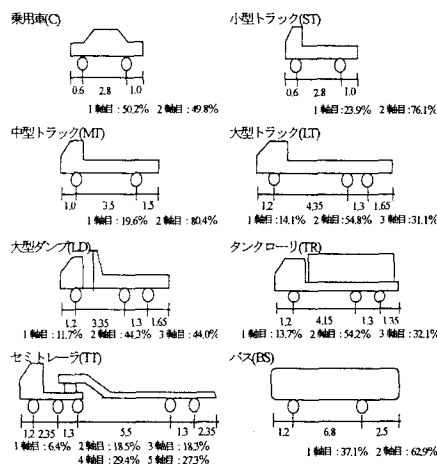


図-2 車両モデル及び各車軸

表-1 車種構成率

大型車混入率	C	ST	MT	LT	LD	TR	TT	BS
40%	49.0	11.0	16.1	12.7	3.7	2.1	4.2	1.2

表-2 車両重量平均値・標準偏差

車種	平均 (tonf)	標準偏差 (tonf)
MT	6.19	2.50
LT	16.75	6.29
LD	19.62	9.54
TR	13.82	6.31
TT	24.78	12.92
BS	13.84	2.41

3. 解析方法

本研究では、図-3(a)・(b)に示す主桁2本を有するスパン L の単純桁を解析モデルとしている。検討位置としてはG1・G2の各中央部分P点と定めているが、両主桁におけるモーメントの影響線形状の違いは全くない。よって、今回は主桁G1のP点のみを検討していく。シミュレーションにより発生させた荷重列が通過するときのモーメントの変動は、図-3(c)の影響線形状を用いて検討位置Pのモーメントの時刻歴に変換し、これに対してレインフロー法を適用してモーメント範囲の頻度分布を求める。得られた頻度分布から、式(3)により等価モーメント範囲を求める。

$$M_{eq} = \sqrt[3]{\sum (M_i)^3 \cdot f_i} \quad \cdots (3) \quad M_i; \text{モーメント範囲} \quad f_i; n_i / \sum n_i$$

次に同じ荷重列を同時載荷がない状態で載荷した場合の等価モーメント範囲を求める、式(4)により検討位置Pにおける同時載荷係数を算出する。

$$\gamma_s = \sqrt[3]{\frac{\text{シミュレーションによる等価モーメント範囲}}{\text{同時載荷がない場合の等価モーメント範囲}}} \quad \cdots (4)$$

本研究では、支間長 L 、車両速度 V 、時間交通量 Q をパラメータとし、 $L=10 \sim 100(\text{m})$ 、交通流モデルAにおいては $V=50, 70, 100(\text{km/hr})$ 、交通流モデルBにおいては $V=5, 10, 15(\text{km/hr})$ 、 Q は各交通流モデルの車両速度に対応するように変化させて検討を実施した。

4. 解析結果の一例および考察

ここでは、解析で得られた交通流モデルBにおける同時載荷係数 γ_s と式(4)で表される平均同時載荷台数 $NS (=L \cdot Q/V)$ との関係を、指針の規定と比較して図-4に示す。これらより、渋滞を想定した交通流に対する γ_s を1つの算定式で表すことは難しいと考えられる。交通流特性が γ_s に及ぼす影響を調べるために、一例として支間長パラメータで $L=100(\text{m})$ において、 Q と V 、さらに平均車頭距離間隔 V/Q をパラメータとして γ_s の変化を表したものを図-5に示す。これらより交通流モデルBにおける同時載荷係数 γ_s は、 V/Q が増加する（すなわち、 Q が増加あるいは V が低下）するにつれて低下し、1.0に近づいていくことがわかる。今回の結果と疲労設計指針⁴⁾の規定との差は10%程度以内に収まっているため、渋滞を想定した交通流モデルにおいても指針の規定を用いて問題ないものと考えられる。

5. 今後の検討

ここでは、渋滞を想定した交通流の影響のみ検討を実施した。今後は、信号を想定した交通流モデルについて、一般的な交通流モデルと比較し、同時載荷係数を支配するパラメータについて検討する予定である。

参考文献

- 1) 日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針, pp.29~35, 2003-3
- 2) 三木千壽ら：シミュレーションによる道路橋の疲労設計荷重の研究，構造工学論文集 Vol.32A, pp.597~608, 1986-3
- 3) 久保雅邦ら：自動車交通流の配列に関する確率的考察，土木学会第38回年次講演会 I, 1983-10
- 4) 日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針, pp.81~97, 2002-4.

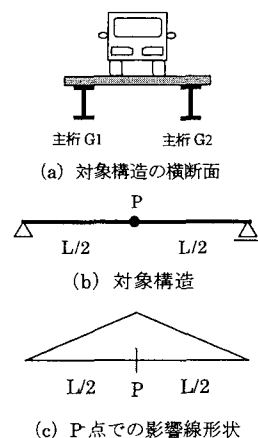


図-3 解析モデルと影響線

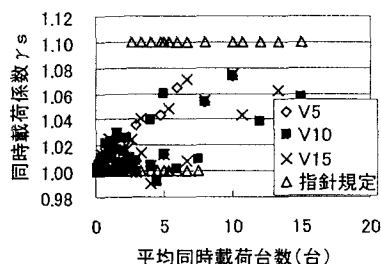


図-4 γ_s と NS の関係

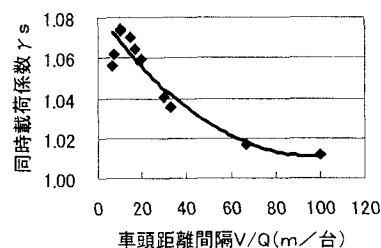
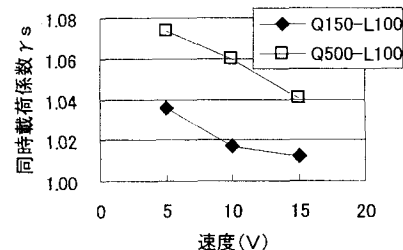
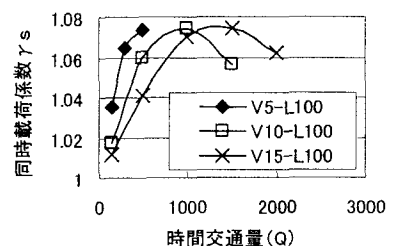


図-5 γ_s と交通流特性の関係