

鋼製橋脚の疲労設計に用いる単一車線の同時載荷係数

長崎大学工学部 学生会員○田川拓哉
 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 高橋和雄

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、今後、疲労も設計時に照査すべき限界状態の一つになるものと思われる。橋梁上部工に対しての同時載荷係数に関する研究は既に発表されている¹⁾が、近年疲労損傷が発見されている鋼製橋脚隅角部の疲労設計に用いるための同時載荷係数は検討されていない。そこで本研究では、モンテカルロシミュレーションにより発生させた単一車線の模擬交通流による橋脚隅角部の疲労損傷度と同時載荷のない同一の荷重列による疲労損傷度とを比較することにより、当該部位の疲労設計に用いる同時載荷係数について検討する。

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数を2万台とし、交通流モデルをA(時間交通量1000台・100km/hr)、B(時間交通量1500台・70km/hr)としてモンテカルロ法によって荷重列を発生させる。その流れは図-2に示している。

(1) 車種構成

車種は図-1に示す5種類のモデルに分類する。また本研究では、表-1に示す2種類の車種構成モデルを対象とし、各車種構成モデルの車種構成率に従うように一様乱数分布によって車種を決定する。

(2) 車両の重量分布

2種類の小型車両(C, ST)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3種類の大型車両(LT, LLT, TT)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する。各大型車両の重量に対する平均値、標準偏差としては表-2に示す値を用いる。

(3) 車頭時間間隔

車頭時間間隔は式(1)で表現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。

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

平均値; $E(t)=n/\lambda$

分散; n/λ^2

これら(1),(2),(3)、よりシミュレーションに用いる交通流モデルA・Bの荷重列を決定する。

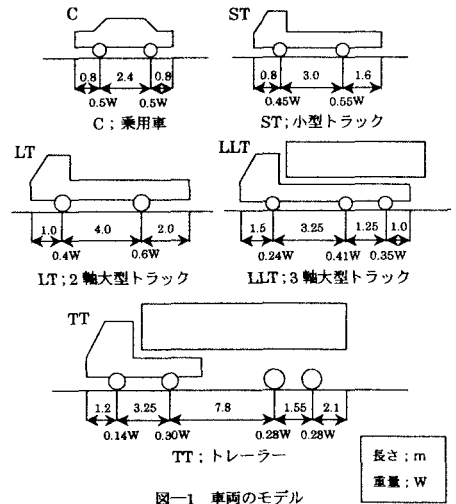


図-1 車両のモデル

表-1 シミュレーションに用いた車種構成 (%)

交通流モデル	C	ST	LT	LLT	TT
A	10	5	25	50	10
B	50	5	20	20	5

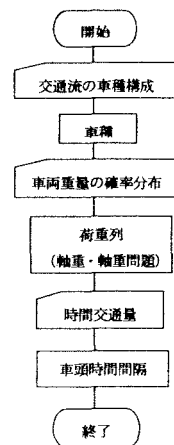


図-2 荷重列シミュレーション

表-2 車種別平均・標準偏差

車種	平均	標準偏差
LT	8.1	3.2
LLT	17.7	6.1
TT	22.2	9.6

3. 解析方法

本研究では、図-2(a)に示す連続するスパン L の単純桁を支持する橋脚の隅角部を検討対象とする。この場合、検討位置に生じる応力は図-2 (a) の P 点での反力と比例関係にあるので、この反力を同時載荷係数 γ_1 を求める際に代表させることにする。シミュレーションにより求めた荷重列が通過するときの反力の変動は、図-2(b)の影響線形状を用いて P 点の反力の時刻歴に変換し、これに対してレインフロー法を適用して反力範囲の頻度分布を求める。得られた頻度分布から、次式により等価反力範囲を求める。

$$V_{eq} = \{ \sum (V_n)^3 \cdot f_i \}^{1/3} \dots (2)$$

V_n ; 反力範囲 f_i ; $n_i / \sum n_i$

次に同じ荷重列を同時載荷の全く生じない状態で載荷し、同様に等価反力範囲を求める。

最終的に、鋼製橋脚の隅角部における単一車線の同時載荷係数 γ_1 は

$$\gamma_1 = \sqrt[3]{\frac{\text{シミュレーションによる等価反力範囲}}{\text{同時載荷がない場合の等価反力範囲}}} \dots (3)$$

により算定される。

4. 解析結果の一例

図-4、図-5に【交通流モデル B, 支間長 50m】の場合における反力の時刻歴およびそれをレインフロー法によりカウントした反力範囲の頻度分布を示す。

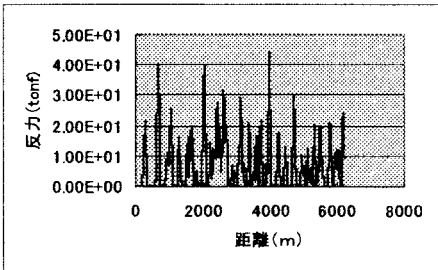


図-4 時刻歴

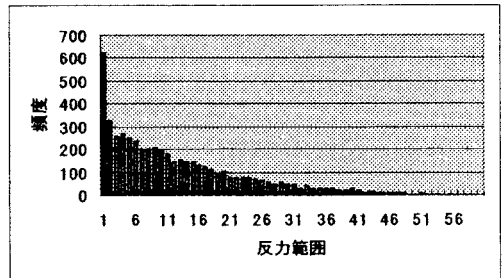


図-5 反力範囲頻度分布

この例に対して3.で示した手順で等価反力範囲を計算すると $V_{eq}=19.25\text{tonf}$ となる。それに対して、同時載荷がない場合の等価反力範囲はシミュレーションと同様の方法で求めると 16.60tonf という結果を得るので、同時載荷係数 $\gamma_1=1.05$ ということになる。

5. まとめ

本文では【交通流モデル B, 支間長 50m】の場合に対する同時載荷のみを示した。しかし、同時載荷係数はスパン長 L や時間交通量、車種構成比等によって変化するものと思われる。今後、これらのパラメータが同時載荷係数に及ぼす影響についても検討する予定である。

参考文献

- 1) 三木千壽・杉本一郎・宮崎早苗・森猛：鋼道路橋の疲労照査のための荷重に関する研究，構造工学論文集，Vol.36A，pp.975～984，1990.
- 2) 三木千壽・後藤祐司・村越潤・舘石和雄：シミュレーションによる道路橋の疲労設計活荷重の研究，構造工学論文集，Vol.32A，pp.597～608，1986.
- 3) 久保雅邦・篠塚正宣：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