

車線間における大型車走行台数の偏りを考慮した鋼橋の疲労設計用活荷重補正係数

(株)ハルテック 正 会 員 ○酒井康成
長崎大学工学部 フェロー 高橋和雄

長崎大学工学部 正会員 中村聖三
(株)宮地鐵工所 正会員 田川拓哉

1. はじめに

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、平成14年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となった。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⁾(以下、指針)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、同一方向2車線の鋼道路橋を対象として、モンテカルロシミュレーションにより車線間で条件の異なる交通流を発生させて着目部位の疲労損傷度をもとに活荷重補正係数を算定する。今回は、車線で大型車混入率が異なるケースに対する活荷重補正係数について検討した結果を報告する。

2. 荷重列のシミュレーション²⁾

本研究では、シミュレーションに用いる発生車両台数を1車線あたり10万台³⁾とする。その際、車両モデルは指針で用いられたものと同じ8車種を用い、大型車混入率を20%、40%、60%としたときの各車種の構成率(表-1参照)に従うように一様乱数により車種を決定する。車両重量は対数正規分布、車頭時間間隔は自由度3のアーラン分布⁴⁾に従うと仮定して、モンテカルロ法により荷重列を発生させる。また、車両の走行速度は50~100km/hr、時間交通量は1車線当たり500~2000台/hrとして解析を実施する。

3. 解析方法

本研究では、図-1に示すような2車線道路橋の上部構造を対象とする。支間長 L の単純桁橋の支間中央部、三径間連続桁橋の中央径間中央部および側径間中央部に着目し、シミュレーションにより発生させた荷重列を両車線同時に通過させ、そのときの各着目部位におけるモーメント時刻歴を図-2の影響線形状を用いて算定する。これに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。得られた頻度分布より、式(1)を用いて疲労損傷度 D を算出する。

$$\text{疲労損傷度 } D = \sum (\Delta M_{ri}^3 \cdot n_i) \quad (1)$$

ΔM_{ri} ; 変動モーメント範囲 n_i ; ΔM_{ri} の頻度

次に、同じ荷重列を車両の同時載荷がない状態で通過させた場合の疲労損傷度を求め、式(2)により同時載荷係数 γ_s を算出する。また本研究では、同時載荷させない場合の疲労損傷度とT荷重による疲労損傷度との比を表現する係数をT荷重補正係数 γ_T と定義し、式(3)により算出する。

$$\gamma_s = \sqrt[3]{\frac{\text{同時載荷する場合の疲労損傷度}}{\text{同時載荷しない場合の疲労損傷度}}} \quad (2)$$

$$\gamma_T = \sqrt[3]{\frac{\text{同時載荷しない場合の疲労損傷度}}{\text{T荷重による疲労損傷度}}} \quad (3)$$

表-1 車種構成モデル

車種	大型車混入率		
	20%	40%	60%
乗用車	65.3	49.0	32.7
小型トラック	14.7	11.0	7.3
中型トラック	8.1	16.1	24.2
大型トラック	6.3	12.7	19.0
大型ダンプ	1.8	3.7	5.6
タンクローリ	1.1	2.1	3.2
セミトレーラ	2.1	4.2	6.3
バス	0.6	1.2	1.7

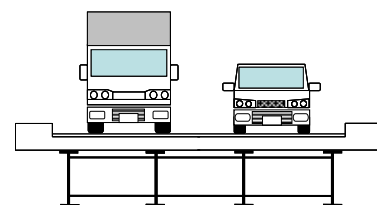
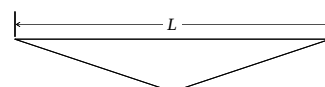
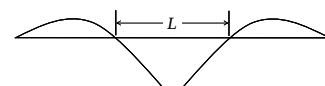


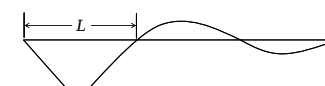
図-1 対象構造



単純桁橋（支間中央部）



三径間連続桁橋（中央径間中央部）



三径間連続桁橋（側径間中央部）

図-2 モーメント影響線形状

表-2 車線大型車走行比

時間交通量比 車線1:車線2	大型車走行比 車線1:車線2
1:1	1:1
	1:2
	1:3
	1:4
	1:5

キーワード：疲労設計，活荷重補正係数，大型車混入率，モンテカルロシミュレーション

連絡先：〒852-8521 長崎市文教町1-14 長崎大学工学部社会開発工学科 (TEL&FAX)095-819-2613

本研究では、車線1に対する車線2の大型車の走行台数を車線大型車走行比と定義し、その比を表-2のように変化させ、活荷重補正係数に及ぼす影響を検討する。

また、2車線道路橋では、車両がどの車線を走行するかで着目部位に生じる応力が異なるため、荷重分配に関するパラメータ（車線モーメント比）を考慮する。解析に用いる各種パラメータの値については表-3に整理して示す。

4. 解析結果および考察

図-3は単純桁橋に対する解析結果（時間交通量 1000 台/hr/lane, 車両速度 70km/hr, 支間長 80m, 車線モーメント比 1.0）であり、同時載荷係数と車線大型車走行比の関係を示したものである。大型車混入率に関係なく、車線大型車走行比が増加しても同時載荷係数はそれほど変化していないことがわかる。このことは、その他のパラメータに着目した場合についても同様であり、三径間連続橋においても違いは見られなかった。

図-4は単純桁橋に対する解析結果（大型車混入率 40%, 時間交通量 1000 台/hr/lane, 車両速度 70km/hr, 支間長 80m）であり、T荷重補正係数と車線大型車走行比の関係を示したものである。車線モーメント比に着目した場合においてのみ、両者の関係に変化が生じた。このことは三径間連続橋についても同様であり、車線モーメント比はT荷重補正係数と車線大型車走行比の関係に議論する上での支配因子であることがわかる。

以上より、同時載荷係数については、車線大型車走行比に関係なく指針の規定が適用可能であることが予測される。図-5は指針の規定のもととなった同時載荷係数の算定式（式(4)）と解析結果を比較したものであるが、式(4)は解析値のほぼ上限を与えており、安全側の評価となっていることがわかる。

$$\gamma_{S2} = 0.05 \times \left\{ \log \left(8.33 \times 10^{-5} \times L \times ADTT / \text{lane} \right) \right\}^2 + 1.0 \quad (4)$$

L ；影響線の基線長（支間長） $ADTT$ ；大型車交通量/1日

一方、T荷重補正係数については、車線モーメント比が1.0より小さいときに車線大型車走行比の影響が顕著になったため、本研究では車線大型車走行比 α 、車線モーメント比 β 、大型車混入率 PHV 、支間長 L の影響を考慮したT荷重補正係数 γ_T の算定式(5)を提案する。なお、ここでは単純桁橋についてのみ示している。

$$\gamma_T = \left\{ \begin{array}{l} A(\alpha^2 - 1) - B(\alpha - 1) + 0.786 \\ A = 0.0095(1 - \beta^2) \quad (0.2 < \beta < 1.0) \\ B = 0.120 - 0.030\beta - 0.090\beta^2 \quad (0.2 < \beta < 1.0) \end{array} \right\} \cdot C \cdot D \quad (5)$$

$$\left. \begin{array}{l} C = 0.273 \ln(PHV) + 1.244 \\ D = 0.107 \ln(L) + 0.5 \end{array} \right\}$$

5. まとめ

本研究では、車線間における大型車走行台数の偏りが活荷重補正係数に及ぼす影響を検討した。同時載荷係数については、車線大型車走行比の影響は無視できると判断したが、T荷重補正係数に対しては、車線大型車走行比と車線モーメント比、その他支配的なパラメータの影響を考慮した算定式を提案した。今後は、渋滞や信号を考慮した特殊な交通流に対して、活荷重補正係数への支配因子を明らかにし、算定式を構築したいと考えている。

参考文献 1) 日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針，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) 森猛：2車線道路橋の疲労設計荷重に用いる同時載荷係数の検討，土木学会論文集，No.759/I-67，pp.247～258，2004.4 4) 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，1983-10

表-3 解析パラメータ

大型車混入率(%)	20, 40, 60
時間交通量(台/hr/lane)	500, 1000, 2000
車両速度(km/hr)	50, 70, 100
単純桁支間長(m)	20, 40, 80
連続桁支間長(m)	30, 60, 100
車線モーメント比	0, 0.2, 0.4, 0.7, 1.0

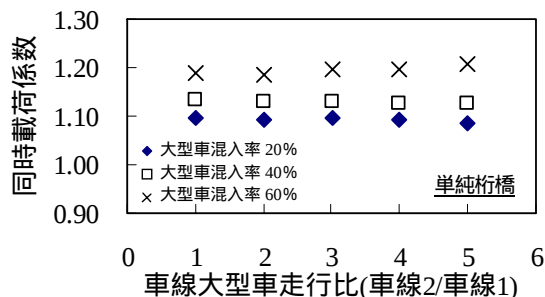


図-3 同時載荷係数と車線大型車走行比

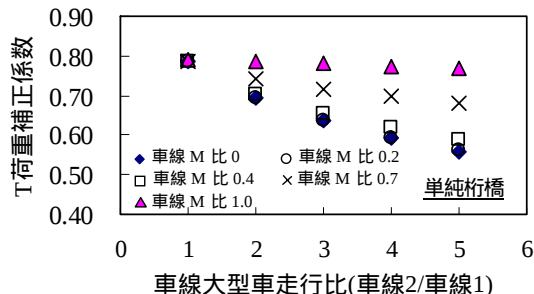


図-4 T荷重補正係数と車線大型車走行比

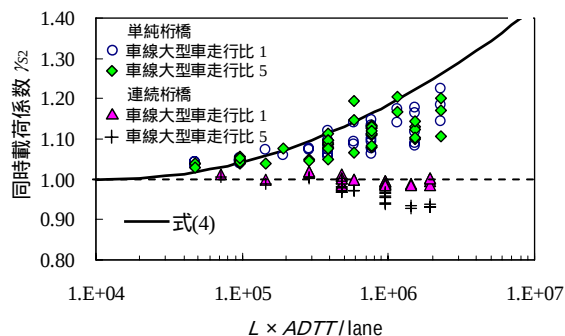


図-5 指針の規定の適用性