

車線間での大型車走行台数の偏りが鋼橋の疲労設計用活荷重補正係数に及ぼす影響

長崎大学大学院 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 (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<sup>1)</sup>(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基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着目し、活荷重補正係数に及ぼす影響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<sup>2)</sup>

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<sup>3)</sup>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 40%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<sup>4)</sup>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 70(km/hr)、時間交通量は 1 車線当たり 1000(台/hr)としてシミュレーションを実施する。

表 - 1 車種構成率

| 車種     | 構成率(%) |
|--------|--------|
| 乗用車    | 49.0   |
| 小型トラック | 11.0   |
| 中型トラック | 16.1   |
| 大型トラック | 12.7   |
| 大型ダンプ  | 3.7    |
| タンクローリ | 2.1    |
| セミトレーラ | 4.2    |
| バス     | 1.2    |

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  $L(m)$ の単純桁橋の支間中央部(図 - 2 影響線 A)、三径間連続桁橋の中央径間中央部(影響線 B)および側径間中央部(影響線 C)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、線形累積被害則<sup>5)</sup>を用いて疲労損傷度  $D$  を算出する。(式(1)参照)

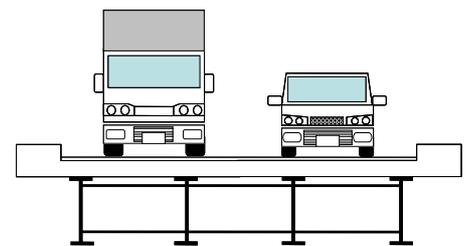


図 - 1 対象構造

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

$\Delta M_{ri}$ ; 変動モーメント範囲  $n_i$ ;  $\Delta M_{ri}$ の頻度

次に、同じ荷重列を車両の同時荷重がない状態で通過させた場合の疲労損傷度を求め、式(2)により同時荷重係数  $\gamma_s$  を算出する。また本研究では、同時荷重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で表した係数を T 荷重補正係数  $\gamma_T$  と定義し、式(3)により算出する。

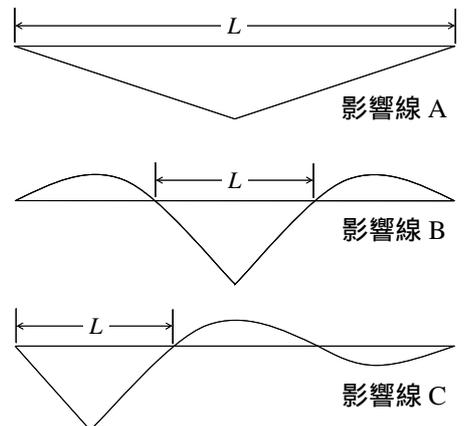


図 - 2 モーメント影響線形状

$$\gamma_s = \sqrt[3]{\frac{\text{同時荷重する場合の疲労損傷度}}{\text{同時荷重しない場合の疲労損傷度}}} \tag{2}$$

$$\gamma_T = \sqrt[3]{\frac{\text{同時荷重しない場合の疲労損傷度}}{\text{T 荷重による疲労損傷度}}} \tag{3}$$

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。高いモーメントが発生する車線を基準としてその比をとり、それを車線モーメント比と呼び、荷重分配を考慮したパラメータとする。車線モーメント比を0,0.4,0.7,1.0としたとき、車線大型車走行比と活荷重補正係数の関係に及ぼす影響について検討する。

4. 解析結果および考察

図-3(a)は影響線A(支間長80m,車線モーメント比1.0),影響線B・C(支間長100m,車線モーメント比1.0)の解析結果であり、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。全ての影響線形状において車線で大型車混入率が偏っても同時載荷係数へ及ぼす影響はほとんどないことがわかる。また、T荷重補正係数(上記と同条件の解析結果)についても同様のことが言える(図-3(b)参照)なお、図-3はいずれも、車線モーメント比を1.0としたときの解析結果であるが、同時載荷係数と車線大型車走行比の関係に及ぼす影響線形状の影響は、それ以外の車線モーメント比でも同様であった。

図-4は影響線A(支間長80m)について、車線大型車走行比と同時載荷係数あるいはT荷重補正係数の関係に及ぼす車線モーメント比の影響を示したものである。図-4(a)では車線大型車走行比と同時載荷係数の関係は車線モーメント比によらず一定であるのに対して、図-4(b)では、車線モーメント比が1.0より小さく、車線大型車走行比が大きくなるに従いT荷重補正係数の値は変化した。また、影響線B,Cについても図-4と同様の傾向を示す結果が得られた。このことより、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を議論する上での支配因子であることがわかる。

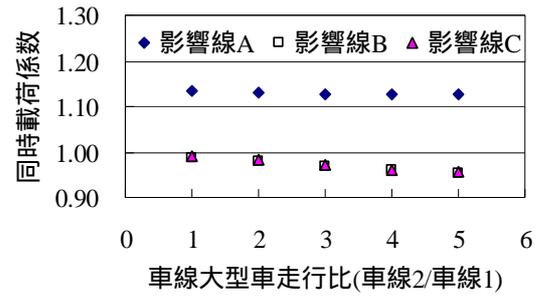
5. まとめ

車線による大型車混入率の違いが同時載荷係数に及ぼす影響はほとんど見られなかったが、車線モーメント比が小さくなるとT荷重補正係数においてのみ、その影響が無視できないことがわかった。今後は、より多くのパラメータを用いた解析を基に支配因子を検討し、広範な適用範囲を有する活荷重補正係数の算定式を提案したいと考えている。

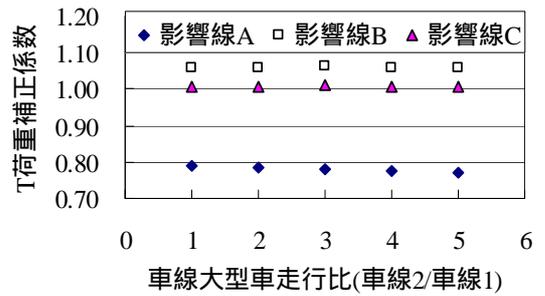
参考文献 1) 日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針,pp.29~35, 2003-3 2) 三木千壽ら：シミュレーションによる道路橋の疲労設計荷重の研究,構造工学論文集 Vol.32A,pp.597~608, 1986-3 3) 森猛：2車線道路橋の疲労設計荷重に用いる同時載荷係数の検討,土木学会論文集, No.759/I-67, pp.247~258, 2004.4 4) 久保雅邦ら：自動車交通流の配列に関する確率的考察,土木学会第38回年次講演会, 1983-10 5) 日本道路協会：鋼橋の疲労, 1997.5

表-2 車線大型車走行比

| 時間交通量比                     | 大型車走行比  |
|----------------------------|---------|
| 車線1:車線2                    | 車線1:車線2 |
| 1:1<br>(1車線あたり<br>1000台/時) | 1:1     |
|                            | 1:2     |
|                            | 1:3     |
|                            | 1:4     |
|                            | 1:5     |

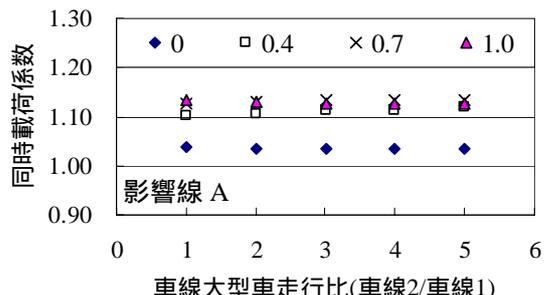


(a) 同時載荷係数

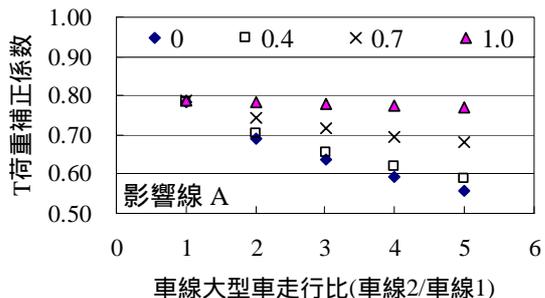


(b) T荷重補正係数

図-3 影響線形状の影響



(a) 同時載荷係数



(b) T荷重補正係数

図-4 車線モーメント比の影響