

2車線道路橋を支持する鋼製ラーメン橋脚の疲労設計に用いる活荷重補正係数

長崎大学大学院 学生会員 田川拓哉
長崎大学工学部 正会員 呉慶雄

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きており、平成14年3月の道路橋示方書・同解説では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活荷重補正係数に関する研究¹⁾は既に発表されているが、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活荷重補正係数は検討されていなかったため、著者らは当該部における活荷重補正係数の検討を始めた。既報^{2),3)}では、単一車線において単純桁ならびに連続桁を支持する場合の検討結果を示したが、今回は主桁複数の2車線道路橋を支持する場合の検討結果を報告する。

2. 荷重列のシミュレーション^{1),4)}

荷重列のシミュレーションは、まず車種を決定し、次にその車両重量を決定した後、次の車両との車頭間隔距離を決定する。この手順を繰返し20000台の模擬交通流を発生させる。各過程での計算方法は次のとおりである。

(1) 車種構成

車種は図-1に示す8種類のモデルに分類する。また本研究では、表-1(a)の大型車混入率の影響を調べるモデル⁵⁾および表-1(b)の大型車混入率40%において疲労への影響が最も支配的な車種を変化させたモデル、計6種類の車種構成モデルを対象とし、それぞれの車種構成率に従うように一様乱数によって車種を決定する。

(2) 車両の重量分布

文献2)・3)と同様に、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⁵⁾を用いる。

(3) 車頭時間間隔

車頭時間間隔は時間交通量を用い、アーラン分布に従うと仮定する。

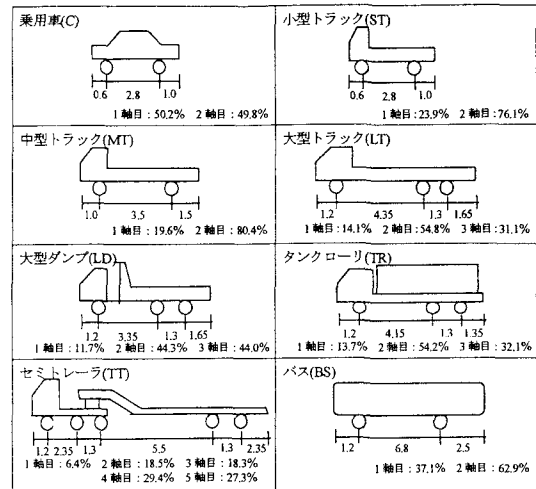


図-1 車両モデルおよび各軸重
表-1(a) 車種構成率 (%)

大型車混入率	C	ST	MT	LT	LD	TR	TT	BS
20%	65.3	14.7	8.1	6.8	1.8	1.1	2.1	0.6
40%	49.0	11.0	16.1	12.7	3.7	2.1	4.2	1.2
60%	32.7	7.3	24.2	19.0	5.6	3.2	6.3	1.7

表-1(b) 車種構成率 (%)

大型車混入率	C	ST	MT	LT	LD	TR	TT	BS
LTの影響大[40%]	49.0	11.0	7.7	20.0	6.7	2.1	3.1	0.4
TTの影響大[40%]	49.0	11.0	15.2	11.3	2.7	2.0	8.0	0.8
LDの影響大[40%]	49.0	11.0	17.2	7.1	10.0	1.9	2.4	1.4

表-2 車種別平均・標準偏差

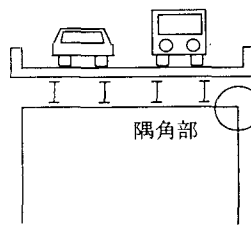
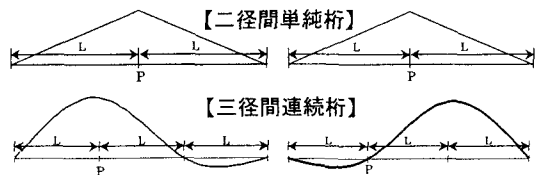


図-3 検討対象部位

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



(a) 第1車線 (a) 第2車線

図-4 各車線による隅角部の影響線形状

3. 解析方法⁵⁾

本研究では、2車線を有するスパン L の二径間単純桁および三径間連続桁を支持する図-3に示すような鋼製橋脚隅角部を検討対象とする。また主桁数は4本・5本・6本についてそれぞれ検討を行う。解析方法としては、シミュレーションにより求めた荷重列の通過により発生する当該部の応力の時刻歴を、図-4の影響線形状を用いて各車線ごとに求める。その二つの時刻歴を重ね合わせることで一つの時刻歴に変換し、これに対してレインフロー法を適用して応力範囲の頻度分布を求める。得られた頻度分布から、等価応力範囲を求める。また、同じ荷重列を同時載荷の全く生じない状態で載荷させた場合と代表荷重 20tonf を載荷させた場合についても、同様に等価応力範囲を求める。

最終的に、当該部における同時載荷係数 γ_S およびT荷重補正係数 γ_T は次式により算定される。

$$\gamma_S = \sqrt[3]{\frac{\text{シミュレーションによる等価応力範囲}}{\text{同時載荷がない場合の等価応力範囲}}} \dots (1) \quad \gamma_T = \sqrt[3]{\frac{\text{同時載荷がない場合の等価応力範囲}}{\text{代表荷重20tonfによる等価応力範囲}}} \dots (2)$$

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、それぞれを $L=10, 20, 30, 50, 80, 100(\text{m})$ 、 $V=50, 70, 100(\text{km/hr})$ 、 $Q=500, 1000, 1500, 2000, 2500(\text{台/hr})$ と変化させて検討を実施した。

4. 解析結果と算定式の提案

ここでは、紙面の都合上主桁4本と6本の単純桁を支持する場合の同時載荷係数 γ_S とT荷重補正係数 γ_T の算定式を示す。また、ここでは大型車混入率の影響を調べる車種構成モデルのみ示しているが、図-5・6からも分かるように両係数とも大型車混入率の影響は小さく、さらに主桁数の違いによる影響も小さいため算定式の簡略化も含め一つの式で表すこととする。これらのことを考慮した上で、同時載荷係数 γ_S とT荷重補正係数 γ_T の算定式を以下のように提案する。なお γ_S について、今回の解析では $NS = (L \times 2) \times (Q) / (V)$ が10以上の場合の結果は得られなかったため、提案式には式(3)に示す適用範囲を設けた。

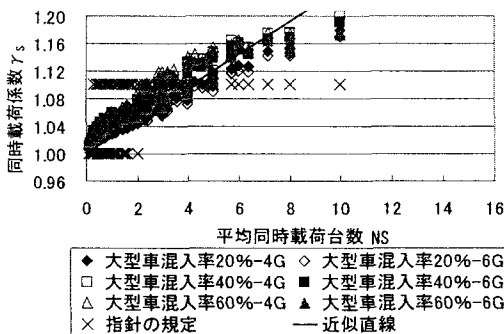


図-5 γ_S と NS の関係

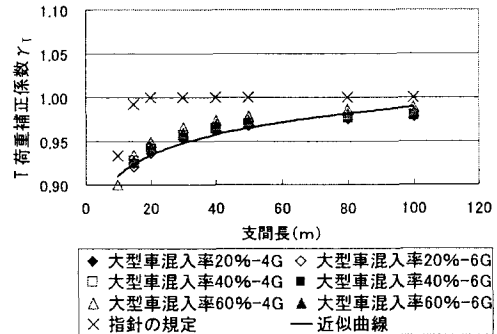


図-6 γ_T と L の関係

<同時載荷係数 γ_S の算定式> $\gamma_S = 0.024NS + 1.000 \quad (0 < NS < 10) \dots (3)$

<T荷重補正係数 γ_T の算定式> $\gamma_T = 0.034 \ln(L) + 0.831 \dots (4)$

図-5・6より、上記の算定式はシミュレーションの結果とほぼ一致していることが分かる。また、得られた結果と指針の規定との差は最大でも10%程度であるため、今回の対象構造に対しても簡易的には指針⁵⁾の規定を用いても問題ないものと考えられる。

5. まとめ

本研究では、主桁複数の2車線道路橋を支持する鋼製ラーメン橋脚隅角部の疲労設計に用いる活荷重補正係数の算定式を提案した。今後は橋脚形状が異なった場合の活荷重補正係数について検討していく予定である。

【参考文献】1) 三木千壽ら：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) 田川拓哉ら：鋼製橋脚の疲労設計に用いる単一車線の活荷重補正係数，土木学会第57回年次講演会 I-164，pp.327～328，2002-9。3) 田川拓哉ら：連続桁を支持する鋼製橋脚隅角部の疲労設計に用いる単一車線の活荷重補正係数，土木学会第58回年次講演会 I-434，pp.867～868，2003-9。4) 三木千壽ら：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。5) 日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針，pp.81～97，2002-4。